

# По въпроса за фьона въ Софийско

отъ

Д. Т. Бакаловъ

При изучаване метеорологичнитѣ условия на затоплянията у насъ, трѣбва да се отдѣли нарочно мѣсто за падащитѣ вѣтрове, като причинители на сжщо такива затопляния.

Наистина, този въпросъ не е оставенъ безъ заслужено внимание и едно изследване на сжщитѣ вѣтрове съ срѣдствата и възможноститѣ на своето време, е направено подробно отъ проф. Р. Райновъ<sup>1)</sup> презъ 1922 г. Повторното имъ разглеждане тукъ се налага поради повечето наблюдения, съ които сега се разполага, и най-вече, за да се внесатъ нови идеи въ общопознатата представа за това явление.

Преди да ограничимъ точно задачата си, умѣстно е да си припомнимъ пжтищата, които водятъ до повишение на температурата на атмосферния въздухъ. Тѣ сж: притокътъ на топли въздушни маси, които замѣстватъ по-студенитѣ такива („адвекция“); повишаване на температурата вследствие свиване на въздуха, произлѣзло отъ увеличаване на налѣгането му („адиабатично затопляне“) и най-после, влжчване на топлина въ въздуха, било прѣко отъ слънчевото грѣне, било косвено, чрезъ задържане на излжчената топлина отъ тѣла (земна поврхнина) нагрѣти отъ слънцето („неадиабатично затопляне“).

Адвекцията е елементъ на атмосферната циркулация и се изразява въ непрекъснато въздушно движение. Напротивъ, адиабатичното и неадиабатично затопляне сж елементи на въздушната трансформация<sup>2)</sup> (преобразуване на въздуха) и изискватъ винаги по-голѣма или по-малка неподвижностъ на въздушната маса.

Нашето основно схващане е, че тия два фактора: адвекция и трансформация на въздушнитѣ маси, сж единственитѣ първопричинители отъ едъръ масщабъ на всички метеорологични явления, независимо отъ чисто мѣстнитѣ влияния на терена.

Последнитѣ сж, безспорно, сжщо основенъ деятель, но тѣхното влияние се изразява главно въ трансформацията, гдето тѣ подсилватъ или отслабватъ бързината на тоя процесъ.

<sup>1)</sup> Р. Райновъ — Падащитѣ вѣтрове въ България. Год. Софийския университетъ, физ. мат. фак. кн. XVIII, 1921/22 г.

<sup>2)</sup> D. B a k a l o w — Über die Transformation der Luftmassen. Beitr. Phys. fr. Atm. Bd. 26, 1939, стр. 1—22.

Въ такава схема падащитѣ вѣтрове заематъ това особено мѣсто, че тѣ най-често се проявяватъ при адвекция (при притокъ на въздухъ), обаче, затоплянето, което причиняватъ, е чисто адиабатично, т. е. носи белезитѣ на трансформацията (на въздушното преобразуване).

Поради тази сложностъ дълги години е господствувало не точно разбиране за сжщността имъ. Не сж малко, обаче, и днесъ хората, които сж наклонни да съзиратъ въ тѣхъ напълно и ясно очертанъ метеорологиченъ индивидуумъ, вмѣсто закономѣренъ ефектъ, който може да се наложи върху множество еднородни явления и да даде сжщия резултатъ.

Така, дори и въ най-новитѣ теоретични курсове, все още се разграничаватъ явленията фьонъ и бора, или пакъ фьонътъ бива подраздѣлянь на циклоналенъ, стационаренъ или антициклоналенъ фьонъ. Това би било, все едно, да се различава циклоналенъ и антициклоналенъ дъждъ, или пакъ по-топълъ, или по-студенъ такъвъ. Безцелността на подобна подробностъ е била осъзната едвамъ, когато самиятъ процесъ на дъждообразуването е билъ достатъчно уясненъ. Да се надѣваме, че сжщо така ще стане и съ падащитѣ вѣтрове, когато тѣхниятъ механизъмъ бжде напълно разкритъ.

Съ името „падащи вѣтрове“ сж наречени всички въздушни течения, отклонени отъ планински вериги къмъ низинитѣ (долини и равнини). Тѣ сж чисто мѣстно явление, което може да се наблюдава въ всички континенти и области на земята, гдето планинскитѣ възвишения сж разположени прѣко на преобладаващитѣ въздушни течения.

Споредъ температурата на падащия вѣтъръ и областта, гдето се появява, сжществуватъ най-различни мѣстни названия, нѣкои отъ които сж получили международна известностъ и сж станали нарицателно име за подобенъ родъ явления.

По-известни такива имена сж :

а) топли падащи вѣтрове: фьонъ, Jauk<sup>1)</sup> (Европа); Chinook (Северна Америка); Zonda<sup>2)</sup> (Аржентина); Gibli<sup>2)</sup> (Северна Африка); Bohorok, Broeboe, Tenggara, Wambraw<sup>3)</sup> (Холандска Индия);

б) студени падащи вѣтрове: бора (Балкански полуостровъ), мистралъ, Mangleofano, Aurassos, Cisampo<sup>3)</sup> (Франция); Nortes<sup>4)</sup> (Срѣдна Америка).

Строго изследване на имената на вѣтроветѣ у насъ, за съжаление, липсва. Отъ наличния, събранъ до сега материалъ се вижда, че не сжествува общоприето название у народа,

1) V. Conrad — Die klimatologischen Elemente und ihre Abhängigkeit von terrestrischen Einflüsse. Hdb. d. Klimatologie, Bd. I, Teil B, стр. 308.

2) пакъ тамъ, стр. 316, 319, 320.

3) пакъ тамъ, стр. 321.

4) пакъ тамъ, стр. 326.

било за посокитѣ, било за топлинното имъ състояние. Въ това отношение трудѣтъ на покойния проф. Иорданъ Ковачевъ<sup>1)</sup> остава единственъ досега; по него могатъ да се намѣрятъ следнитѣ имена:

а) за студени вѣтрове (северъ, северозападъ и северозтокъ), долнякъ (Берковица, Бѣла Слатина), горнякъ, кривецъ (Софийско, Ботевградско), дери-яре (Софийско), ромънецъ, ярешиникъ;

б) за топли вѣтрове (югозападъ, югъ): югѫ, бѣлъ вѣтъръ, благѣятъ, южнякъ, бѣломорецъ.

Тѣзи названия, обаче, не сж свързани съ опредѣлени легенди за произхода имъ (освентъ „ромънецъ“ и „бѣломорецъ“). За съжаление, Райновъ<sup>2)</sup> не посочва сжщо нѣкакво типично име за „бора“ въ Сливенско, гдето тоя вѣтъръ е толкова буенъ и пакостенъ. Той, обаче, говори за „Вардарецъ“ по долината на рѣка Вардаръ, който, очевидно, наподобява французския мистралъ по долината на рѣка Рона.

Въ настоящата работа ще се занимаемъ съ фьона въ Софийско, безъ да считаме тоя вѣтъръ за свойски само на тоя край. Така сжщо и образуването на задпланинския лентикуларисовъ облакъ на Витоша, при фьонъ, не е никакво изключително Софийско явление и не може да дава никому основание да го нарича, напримѣръ, „характеренъ софийски облакъ“.

1. Преди да се занимаемъ съ сжщността на явлението фьонъ въ Софийско, ще разгледаме неговата честота и нѣкоя отъ отраженията му върху климата на града.

Въ споменатата работа, Райновъ говори за юженъ и северенъ фьонъ, разбирайки подъ това название падащитѣ течения въ подвѣтренната страна на планинитѣ при южни и съответно северни вѣтрове. Тѣй като София е обградена съ планински възвишения, то всички въздушни течения ще се отклоняватъ отъ тѣхъ и ще достигатъ полето като повече или по-малко падащи такива. Адиабатичното сгрѣване и понижението на относителната имъ влажностъ сж бележитѣ, които ще съпжтствуватъ низходящия имъ токъ, заради което може да се каже, че всички вѣтрове въ Софийско сж повлияни отъ фьоновия ефектъ, стига тѣ да не сж само долинни бризи.

Въпрѣки това, обаче, когато се говори за фьонъ, разбира се южниятъ такъвъ, т. е. падащитѣ южни течения. Защо ефектѣтъ върху другитѣ вѣтрове е по-слабъ — е леко да се проумѣе: южнитѣ течения, бидейки по начало топли, добиватъ, при смѣкването си, толкова високи температури, че дори и намалената относителна влажностъ не е въ състояние да

<sup>1)</sup> Иорданъ Д. Ковачевъ — Народна астрономия и метеорология. Сборникъ народни умотворения, кн. XXX, стр. 69.

<sup>2)</sup> *op. cit.*, 30 — 34.

заглади потискащото физиологично усѣщане, което предизвиква у човѣка внезапно настѣпилата и несвойска за сезона топлина. И наистина, дори юлската жега, която се постига въ продължителното горѣщо лѣтно време, действува все пакъ по-малко угнетително отъ температуритѣ на фьона, които, по абсолютна стойность, могатъ да сж и далече по-низки отъ тѣзи презъ лѣтото.

По тия причини ще се занимаемъ главно съ южния фьонъ въ Софийско.

Планинитѣ, които го причиняватъ, сж Витоша и Люлинъ, ограждащи полето откъмъ югъ и югозападъ.

Представа за честотата на фьона ще се добие, като изследваме тази на вѣтроветѣ отъ Софийското поле. За тази цель сж използвани наблюденията съ пилотни балони въ Божурище<sup>1)</sup> презъ времето 1932 — 1941 год. включително (10

## Т А Б Л И Ц А I

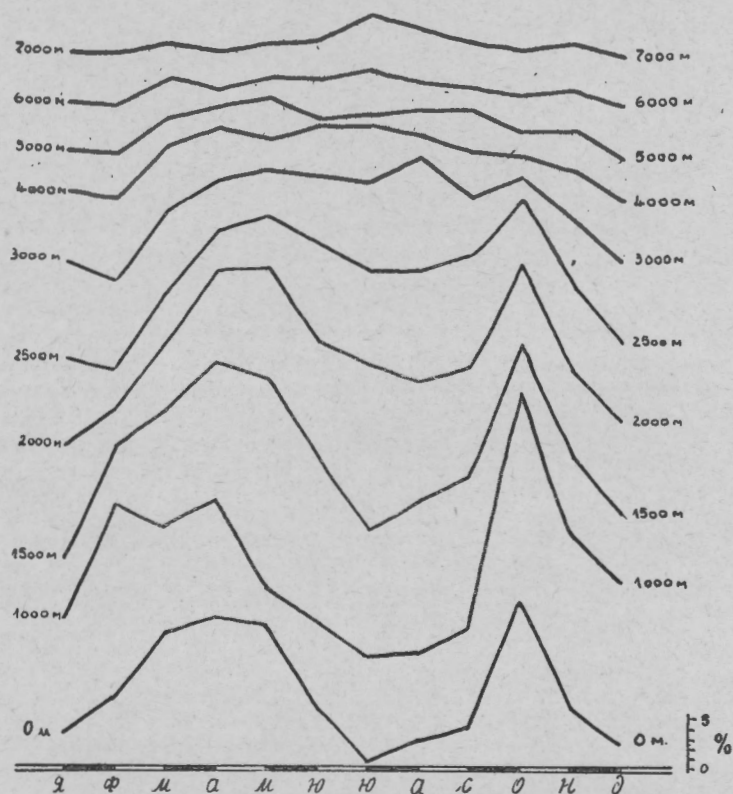
Честота на южнитѣ вѣтрове на различни височини, въ проценти отъ всички дни на периода

МЕСЕЦЪ	ВИСОЧИНИ НАДЪ БОЖУРИЩЕ											
	1000	1500	2000	2500	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
Януарий	14.5	10.6	6.7	5.1	4.8	1.9	1.0	0.6	0.6	0.3	—	—
Февруарий	26.1	21.6	10.3	4.3	2.8	1.1	0.7	0.4	0.4	—	—	—
Мартъ	23.9	25.2	16.8	11.9	10.0	6.5	4.2	3.2	1.3	1.6	0.6	0.6
Априлъ	26.3	30.0	24.0	18.0	13.0	8.0	5.3	2.0	0.7	0.7	0.7	0.7
Май	17.7	28.4	24.5	19.4	13.9	7.1	6.1	3.2	1.6	0.3	0.3	0.3
Юний	14.7	20.7	17.0	16.7	13.3	8.3	4.0	3.0	2.0	1.7	0.7	0.3
Юлий	11.0	13.5	14.8	14.2	12.9	8.4	4.5	3.9	4.5	2.3	1.0	0.7
Августъ	11.3	16.5	13.2	14.2	15.2	7.4	4.8	2.6	2.9	2.3	1.9	0.6
Септемврий	13.7	18.7	14.7	15.7	11.3	5.7	5.0	2.3	1.7	1.0	0.7	0.3
Октомврий	37.1	31.9	24.8	21.0	13.2	5.5	2.9	1.6	1.0	0.6	0.3	0.3
Ноемврий	23.0	20.6	14.0	12.5	9.3	4.3	3.0	2.0	1.7	1.0	0.7	0.7
Декемврий	18.4	15.1	9.0	6.8	4.8	1.0	0.3	0.3	—	—	—	—

години). Отъ всички направени наблюдения сж избрани само тия, при които вѣтърътъ е ималъ посока приблизително между 150° и 250°, като е взето предвидъ не числото на наблюденията, а броятъ на днитѣ, презъ които поне веднѣжъ е духалъ вѣтъръ съ такава посока (SSE, S, SSW, SW). Добититѣ числа сж изразени въ проценти отъ общиятъ брой на днитѣ презъ разглеждания 10 годишенъ периодъ и тия проценти сж дадени въ таблица I. По-ясно тѣ сж представени графически на обр. 1. на стр. 74.

<sup>1)</sup> Само за времето отъ 1. XI. — 31. XII. 1941 г. сж използвани сжщитѣ наблюдения въ Враждебна, тъй като Божурище не е правило такива. Всички наблюдения сж правени съ единъ теодолитъ и сж публикувани въ аерологичнитѣ годишници на Метеорологичната служба въ войската.

Извънредно интересенъ е, обаче, различниятъ годишенъ ходъ на честотата въ отдѣлнитъ височини. Докато въ първитъ 2500 метра надъ нивото въ Божурище (което прави кръгло 3000 метра надъ морското ниво) южнитъ вѣтрове сж най-чести презъ преходнитъ сезони (пролѣтъ и есенъ), то тѣхниятъ ма-



Обр. 1. Честота (%) на южнитъ вѣтрове надъ София (Häufigkeit der Südwinde über Sofia).

ксимумъ съ височината закъснѣва презъ пролѣтъта и избързва презъ есенъта, така че надъ 3500 метра височина надъ морето, главниятъ максимумъ на южнитъ вѣтрове се явява презъ лѣтото.

Срѣдната скоростъ на сжитѣ вѣтрове пкъ се дава отъ таблица II. на стр. 75.

Характерно е измѣстването на областъта съ най-голѣми скорости на вѣтъра презъ течение на годината: зиме тя попада въ първитъ 5 клм.; презъ лѣтото — въ височинитъ надъ 7 клм., а презъ преходнитъ сезони най-силни сж южнитъ вѣтрове между 2.5 и 5 клм. височина.

Понеже планинскитѣ препятствия у насъ достигать до 3000 метра надморско ниво, то очевидно е, че и честотата на достигналитѣ до земята падащи южни вѣтрове („юженъ фьонъ“) трѣбва да има сходенъ годишенъ ходъ. И наистина, за сжщиятъ десетъ годишенъ периодъ (1932—1941 г.) броятъ на днитѣ съ юженъ вѣтъръ при земята въ Божурище има хода, даденъ въ таблица III. При съставяне на таблицата не сж използвани срочнитѣ наблюдения, а анемограмитѣ, така че е направено преброяване на действителнитѣ случаи съ такъвъ вѣтъръ. При това, за день съ юженъ вѣтъръ е броенъ всѣки, въ който по лентата на анемографа е записанъ такъвъ между S и SW. Въ вториятъ редъ на сжщата таблица, пъкъ, сж дадени абсолютнитѣ максимални скорости на тѣзи вѣтрове за цѣлия разглежданъ периодъ.

**ТАБЛИЦА II**  
Срѣдна скорост м/сек. на южнитѣ вѣтрове

СЕЗОНЪ	ВИСОЧИНА ВЪ КИЛОМЕТРИ											
	1	1.5	2	2.5	3	4	5	6	7	8	9	10
Зима	7	10	11	11	10	10	11	8	10	5	—	—
Пролѣтъ	6	7	8	9	10	9	9	9	6	7	10	7
Лѣто	4	5	6	6	7	7	7	7	8	9	9	8
Есень	6	8	8	8	8	9	11	7	9	8	12	5
Годишно	6	7	8	9	9	9	9	8	8	8	9	7
Зима	7	10	11	11	10	10	11	8	10	5	—	—
Лѣто	4	5	6	6	7	7	7	7	8	9	9	8
Прех. сезони	6	8	8	9	9	9	10	8	8	8	11	7

**ТАБЛИЦА III**  
Брой на днитѣ съ юженъ вѣтъръ при земята въ Божурище

Месецъ . . . . .	Я	Ф	М	А	М	Ю	Ю	А	С	О	Н	Д	ГОД.
Брой на днитѣ	3.2	3.8	6.3	6.7	6.2	4.2	2.3	3.0	3.2	7.2	3.8	2.6	52.0
Абсолютна максимална скорост м/с.	22	21	34	23	23	22	19	18	21	19	23	24	

Графиката на този годишенъ ходъ е вмъкната въ обр. 1, гдето е означена съ височина 0 м.

Въ таблица IV повторно сж дадени, за сравнение, даннитѣ за броя на днитѣ съ юженъ вѣтъръ при земята (отъ табл. III) и тоя на височини 1000, 1500, 2000 и 2500 м. (отъ табл. 1). Тукъ, вмѣсто проценти, сж дадени действителнитѣ числа.

Тази табличка дава, вече по най-нагледенъ начинъ, пълното съответствие между годишния ходъ на падацитъ южни течения въ Софийско и режима на сжщитъ вѣтрове въ свободната атмосфера, до височината на околнитъ Софийски планини. Онова, което тя, обаче, изтъква особно, то е, че на височина

ТАБЛИЦА IV

	Я	Ф	М	А	М	Ю	Ю	А	С	О	Н	Д	ГОД.
При земята	3·2	3·8	6·3	6·7	6·2	4·2	2·3	3·0	3·2	7·2	3·8	2·6	52·0
1000 м. <sup>1)</sup>	4·5	7·3	7·4	7·9	5·5	4·4	3·4	3·5	4·1	10·5	6·9	5·7	74·1
1500 м.	3·3	6·1	7·8	9·0	8·7	6·2	4·2	5·1	5·6	9·9	6·2	4·7	76·8
2000 м.	2·1	2·9	5·2	7·2	7·6	5·1	4·6	4·1	4·4	7·7	4·2	2·8	57·9
2500 м.	1·6	1·2	3·7	5·4	6·0	5·4	4·4	4·4	4·7	6·5	3·7	2·1	48·7

1500 метра надъ Софийското поле годишно въ 25 дни по-често духа юженъ вѣтъръ, отколкото при земята, а до 2000 метра надъ полето тоя брой е все още по-голѣмъ отъ приземния. Като се има предвидъ, че презъ цѣлия десетъ годишенъ периодъ сж пропусчани срѣдно годишно по 14·2 дни безъ наблюдения на вѣтроветъ, то очевидно е, че тия числа сж действителни, ако не и по-голѣми. Изводътъ отъ таблица IV., който ще ни послужи по-нататъкъ, е ясенъ: почти на всѣки три случая, когато въ височина духа юженъ вѣтъръ, тоя последниятъ не достига до земята, поне въ единъ случай отъ тѣхъ.

Строго погледнато, 77 дни въ годината съ юженъ вѣтъръ не сж много, за да можемъ да сметемъ, че затоплянето на въздуха, произтичащо отъ фьоновия ефектъ, видоизмѣня сжщественно температурния режимъ въ Софийското поле. Въпрѣки това, обаче, този брой е самъ по себе си важенъ климатиченъ белегъ, който не остава безъ абсолютно никакво влияние. Случватъ се периоди въ годината, когато тѣзи вѣтрове духатъ по-често и по-продължително и тогава тѣ, безспорно, увеличаватъ притока на топлината, който не остава скритъ дори и за срѣдната месечна температура. Презъ времето 1932—1941 година сж се случили 11 месеца съ повече отъ 10 дни съ юженъ вѣтъръ при земята, а месецъ ноемврий 1933 година и месецъ мартъ 1937 година сж били съ по 15 дни съ юженъ вѣтъръ. Особено интересенъ, въ това отношение, се явява мартъ 1937 г., когато се е случила и най-голѣмата приземна скоростъ на вѣтъра у насъ (34 м./сек.) записана инструментално. Този случай ще бжде следъ малко разгледанъ подробно и въ синоптично отношение. Тукъ, обаче, ще се спремъ върху климатичния ефектъ на тоя 15-дневенъ периодъ съ южни вѣтрове, и то само върху температурата на София.

<sup>1)</sup> Височинитъ сж надъ нивото на Божурище.

Да означимъ съ  $t_c$  срѣднитѣ дневни температури презъ отдѣлнитѣ дни на месецъ мартъ 1937 година, а съ  $t_n$  — срѣднитѣ четиредесетъ годишни дневни температури за София<sup>1)</sup>, които приемаме за приблизително нормални. Разликата

$$d = t_c - t_n$$

ще послужи за опредѣляне на срѣднитѣ грѣшки. Като се възползуваме отъ познатитѣ формули<sup>1)</sup> на математичната статистика, то срѣдната грѣшка на отдѣлнитѣ срѣдни дневни температури е:

$$E = \sqrt{\frac{\sum d^2}{30}} = \pm 5.6^{\circ}$$

срѣдната грѣшка на срѣдната месечна температура е:

$$[E] = \sqrt{\frac{\sum d^2}{31.30}} = \pm 0.997^{\circ} \approx 1.0^{\circ}$$

Таблица V. съдържа стойноститѣ  $d = t_c - t_n$  и  $d - E$  за всѣки день на месецъ мартъ 1937 година. (За срѣдната месечна температура е дадена разликата  $d - [E]$ ) на стр. 78.

Презъ сжщия месецъ, съ юженъ вѣтъръ сж били днитѣ: 9, 10, 12, 13, 14, 15, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27 и 28 мартъ 1937 година. Отъ тѣзи дати само на 12, 13, 25, 27 и 28 разликитѣ  $d$  между действителнитѣ и нормалнитѣ срѣдни дневни температури сж попадали въ предѣла на срѣдната грѣшка. Въ всички останали дни затоплянето въ срѣднитѣ температури е било толкова голѣмо, че е надвишило срѣдната грѣшка и може да се счита, следователно, за наднормално топло. Тѣй като тия дати сж съ юженъ вѣтъръ, то очевидно е, че това затопляне се дължи на фьоновия ефектъ. То е повлияло и върху срѣдната месечна температура, която е съ  $+2.8^{\circ}$  висока отъ нормалната, давайки по такъвъ начинъ една неоспорима наднормална разлика.

2. Условията въ височина, особено тамъ, отъ кждето въздушното течение почва да се смѣква надолу, не сж добре изучени. И до този моментъ не е даденъ окончателенъ отговоръ на въпроса, какъвъ е точниятъ механизъмъ на това отклонение. Въ своята класическа, наречена още „кондензационна“ теория за фьона, Напн не казва нищо за причината, поради която въздушното течение се наклонява къмъ низинитѣ. Въ

<sup>1)</sup> Д. Бакаловъ — Приносъ къмъ изучаване на застудяванията у насъ. Известия на Българското географско д-во, кн. VII — 1939, стр. 73.

<sup>2)</sup> Проф. Д-ръ Н. Боневъ — Сферична астрономия, Библ. Соф. университетъ № 223, София, 1940 г., стр. 74 и следващитѣ.

ТАБЛИЦА V

Денъ	Срѣдна мес.																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
tc	7.8	6.8	0.9	-0.3	0.8	3.7	5.4	8.5	10.6	13.7	8.5	7.9	9.6	10.4	13.5	4.9	8.2	11.8	15.3	15.1	12.7	11.9	14.4	15.9	12.9	5.1	9.1	10.4	12.1	12.2	8.4	9.0
d	5.2	4.2	-1.4	-3.1	-2.3	0.5	1.5	4.2	6.2	9.4	4.5	4.0	5.5	7.5	9.6	0.7	3.6	6.5	9.4	8.6	6.3	5.6	7.4	8.4	5.0	-2.7	1.2	3.1	4.7	4.5	1.2	3.8
d.E	—	—	—	—	—	—	—	—	0.6	3.8	—	—	—	1.9	4.0	—	—	0.9	3.2	3.0	0.7	0.0	1.8	2.8	—	—	—	—	—	—	—	2.8

сжщность, заслугата на тази теория е, че тя намѣри източника на високата температура на падащия вѣтъръ не въ неговия географски произходъ, както се е мислило до тогава, но въ термодинамичнитѣ измѣнения, които съпжтствуватъ смѣкването му. Съ това обаче, механиката на фьона не бѣ напълно разгадана.

Едно е ясно сега: предполагащото изкачване на въздуха по срещувѣтрения склѣнъ на планината, съвсемъ не е необходимо условие за да има фьонъ. Нѣщо повече, въздухътъ, който въ нѣкой случай е принуденъ, все пакъ, да се изкачи, обикновено не е сжщиятъ, който поражда и храни фьоновото течение.

Класическиятъ моделъ на фьона, тъй както фигурира и до сега въ курсоветѣ, включва, следъ изучаванията на v. Ficker<sup>1)</sup> следнитѣ три моменти<sup>2)</sup>:

а) предварителенъ стадий, при който царя антициклонално състояние; въ планинскитѣ долини се е насѣбралъ и застолялъ потенциално студенъ въздухъ (инверсия), който почва да изтича отъ долинитѣ;

б) първи стадий: антициклоналенъ фьонъ. При сжщото барометрично състояние, въздухътъ отъ долинитѣ вече се е изтеглилъ и потенциално по-топлиятъ въздухъ отъ височинитѣ започва да се спуща надолу; предварително възкачване по срещувѣтрената страна не сжществува.

в) втори (стабиленъ) стадий: циклоналенъ фьонъ. Височинитѣ ставатъ богати на влага; започватъ валежи по срещувѣтрената страна отъ възходящитѣ течения тамъ; стабиленъ фьонъ въ подвѣтрениитѣ страни.

Преди да изложимъ нашитѣ бележки по този моделъ, ще предадемъ съкратено и модернитѣ схващания, които сж се появили въ по-новата литература по сжщия въпросъ.

<sup>1)</sup> Изчерпателенъ прегледъ на литературата по този въпросъ се намира въ Hann-Süring, Lehrbuch der Meteorologie, V Aufl., стр. 578 и въ W. Schmitt — Föhnerscheinungen und Föhngebiete. Wiss. Veröff. Deutsch. Oster. Alpenvereins. 8. Innsbruck, 1930, стр. 62 — 64.

<sup>2)</sup> V. Conrad — op. cit., стр. 327.

Кютнеръ<sup>1)</sup>, като възприема сжщото подфляне на фьона, е на мнение, че поради създадения градиентъ, въздухътъ отъ подвѣтрената частъ се изтича и снишава, макаръ и баено, докато този отъ срещувѣтренната — повишава нивото си, вследствие натрупване и заприщване по планинския масивъ. Породената разлика въ нивата, отъ дветѣ страни на препятствието, е една отъ причинитѣ, щото топлото течение въ височина да се наведе и отклони къмъ долината, придобивайки вълнообразно движение. Последното става видимо и чрезъ вълнитѣ, които се образуватъ по горната граница на омарата въ подвѣтрената частъ на планинското препятствие. Когато амплитудитѣ на вълнитѣ нарастнатъ, течението достига, за известно време, и до земята, което придава на приземния фьонъ талазообразенъ характеръ съ множество междинни паузи.

Самото топло течение, което духа по планинския гребенъ, образува надъ него така наречената „приливна вълна“ и следъ това получава вълнообразно движение съ стоящи вълни. Въ случай на циклоналенъ фьонъ образуватъ се и стоящи лентикуларисови (лещообразни) облаци по върховетѣ на тѣзи вълни.

Ако скоростта на движущия се въздухъ надмине една критична стойность

$$U = \sqrt{Hg \frac{\Delta \Theta}{T}}$$

то вълнообразното движение, следъ като прехвърли възвишението, изчезва. Тукъ  $H$  означава височината на инверсията, която огражда отгоре движущия се въздухъ;  $g$  е земното ускорение,  $\Delta \Theta$  — разликата въ потенциалнитѣ температури на подъ и надинверсионния въздухъ, и  $T$  е абсолютната температура на съответната височина  $H$ . За областта на Riesengebirge, Küttner<sup>2)</sup> намира при  $H=5000$  метра и  $\Delta \Theta = +1^{\circ}$ ,  $+2^{\circ}$  и  $+4^{\circ}$  критичнитѣ стойности за  $U$ , съответно равни на 14, 20 и 29 м/сек.

На обр. 2 на стр. 80, сж показани линиитѣ на въздушния потокъ, когато скоростта на течението е по-малка отъ критичната и, когато, следователно, сжществува вълнообразно движение задъ планинското препятствие. Този чертежъ е съставенъ по Кютнеръ, Екстернбринкъ<sup>3)</sup> и по нашитѣ бележки, които правимъ по-нататкъ.

<sup>1)</sup> J. Küttner — Moazgotl u. Föhnwelle. Beitr. Phys. fr. Atm., Bd. 25, стр. 79 — 114.

J. Küttner — Zur Entstehung der Föhnwelle, въ сжщия томъ на списанието, стр. 251 — 299.

<sup>2)</sup> Op. cit., стр. 286.

<sup>3)</sup> Externbrink — Die Hinderniswogenwolken in den Alpen bei Südföhn. Beitr. Phys. fr. Atm. Bd. 25, стр. 44 — 48.



се стреми не толкова да прелѣе презъ билото, както личи отъ приведенитѣ мисли, колкото да обтече въ хоризонтална посока срещнатото препятствие. Затова тази въздушна маса започва да се смѣква въ подвѣтрената страна презъ всички по-низки седловини и проходи. Нейниятѣ ефектъ може да бѣде дори изстудителенъ, ако въздухътъ въ подвѣтрената частъ е потопълъ, но обикновено отъ дветѣ страни на препятствието стагнира въздухъ съ почти еднакви температури. Тогава стичащиятъ се презъ седловинитѣ и проходите локално изстуден въздухъ ще се затопли адиабатично и ще достигне до подвѣтренитѣ долини като фьонъ. Тази възможность е много често явление въ Софийско, защото масивътъ на Витоша е изолиранъ и само много малко въздухъ се принуждава да го изкачи изцѣло, за да образува по върховетѣ характерната облачна шапка, позната подъ името „фьонова стена“. Въмѣсто това, въздухътъ отъ всѣка височина, като се стреми да запази нивото си, обхожда я въ страни и пада като фьонъ по склоноветѣ на понизкия Люлинъ или Плана планина, както и по дефилетата (Владайско, Сухиндолско и др.)

Подобенъ случай е наблюдаванъ на 28. V. 1935 г. следъ пладне, когато до 1600 метра височина надъ Божурище е духалъ умѣренъ западъ — югозападенъ вѣтъръ, надъ която височина посоката му е била западна и скоростъта надъ 15 м./сек. Въ това време на летище Божурище е отбелязанъ фьонъ съ югозападна посока, 28% относителна влажность и максимална температура 28.8°, при облачность 9+ (предниятъ день, при облачность 2, максималната температура е била 25.6°). Очевидно, фьоновиятъ вѣтъръ е билъ причиненъ само отъ прелялитѣ презъ Люлинъ приземни течения, тъй като югозападната посока се запазва въ пилотното наблюдение до 1000 метра надъ летището, което е и приблизителната височина на гребена на тая планина.

По-източнитѣ части на Софийското поле сж имали източенъ вѣтъръ или тихо.

Обстоятелството, че не при всички депресии, които предизвикватъ изтегляне на приземния подвѣтренъ въздухъ настѣпва фьонъ, говори, че това условие не е достатъчно. При разглеждане на честотата на южнитѣ вѣтрове въ София се видя, че въ почти 30% отъ случаитѣ, когато такива вѣтрове духатъ на по-голѣма отъ 1000 метра височина, при земята вѣтърътъ не е съ сжщата посока.

Непроникването на падащитѣ течения въ всички случаи до долинитѣ и затворенитѣ полета се дължи, освенъ на посоченитѣ въ литературата причини, още и на устойчивостта въ равновесието на приземния въздушенъ слой: колкото е той по-устойчивъ, толкова и зароденото вълнообразно течение въ горния потокъ ще остане само въ височина. За съжаление, дифровиятъ материалъ въ тази насока още не е достатъченъ,

за да се приведе тукъ като доказателство. Единствено потвърждение, за сега, може да се намъри въ факта, че всъкога, когато нахлува по-студенъ въздухъ на мѣстото на топълъ такъвъ, падащитъ по-студени течения достигатъ винаги до земната повърхнина, а не, както при фьона, само въ известни случаи.

Очевидно е, че подъ устойчивостъ тукъ не бива да се подразбира само термодинамичната такава, но и инертността на приземния слой (плътностъ и температурно равновесие). Изстудениятъ въздухъ е по-инертенъ отъ топлия, затова той по-мжчно се извѣва отъ долините и по-лесно нахълтва въ тѣхъ, отколкото топлиятъ. Само при голѣма продължителностъ на южния потокъ, или при извънредно голѣми скорости въ движението му, по-студениятъ долиненъ въздухъ може да се отвѣе напълно и лесно.

Тѣзи бележки сж достатъчни да отмахнатъ отъ каргината на класическата теория на Напп неизбежното сжцествуване на възходящъ токъ по срещувѣтрения склонъ. Този токъ е частенъ случай на общото явление и съвсемъ не е необходимо условие за създаване на фьонъ.

Щомъ остава въ него, като недѣлимъ белегъ, само низходящия токъ, съ съпровождащитъ го адиабатични промѣни (затопяне по-голѣмо отъ това на околната срѣда, както и силно намаляване на относителната му влажностъ), фьонътъ престава да бжде свързанъ неразривно само съ планинитъ. Той може да сжществува вредомъ, гдето едно течение е принудено да се смѣква. Това течение ще бжде самиятъ „фьоновъ вѣтъръ“ или, на кратко казано, фьонъ. Тукъ не става дума за вѣтъръ съ опредѣлена посока: фьонътъ би могълъ да духа отъ всички посоки. Ако, все пакъ, това име е тѣсно свързано главно съ южнитъ вѣтрове, то е, защото тия вѣтрове сж винаги по-топли по начало, поради произхода имъ, и адиабатичното имъ сгрѣване повишава температурата на въздуха до несвойски за годишното време величини, отгдето, вѣроятно, се засилва и гнетящето имъ въздействие върху човѣка.

Прочее, умѣстно е тогава съ названието фьонъ да се кръщаватъ само южнитъ, и безъ това по-топли течения, които сж били принудени да се смѣкнатъ надолу, поради което сж станали още по-топли и сж придобили много низка относителна влажностъ.

Аналогичнитъ измѣнения при всички останали падащи вѣтрове отъ други посоки, представляватъ само „фьоновъ ефектъ“. На неговото въздействие сж подложени еднакво както вѣтроветъ „бора“ и „сироко“, тѣй и постепеннитъ улѣгвания на въздушнитъ пластове въ антициклона, които водятъ до значителни затопяния и изсушавания въ височина, надъ границата на образуващата се по тоя начинъ „инверсия на свиване“.

Фьоновъ ефектъ се наблюдава и въ низходящитѣ части на всѣка вълна въ движението на въздуха, както и въ всѣка вѣтрова циркуляция (морска и долинна бриза) и пр. По такъв начинъ този ефектъ може да се наслажда върху всички явления, стига другитѣ условия да благоприятствуватъ за това.

Ако приемемъ обяснението на Кютнеръ за зараждане на вълнообразното движение въ подвѣтрената страна, то вълни трѣбва да сжществуватъ винаги, когато не е достигната още критичната скоростъ. Въпрѣки това, не всѣкога се образуватъ облаци по върховетѣ имъ. Тази липса би могла да се обясни донѣкъде, съ неблагоприятни кондензационни условия, но онова, което остава неясно, то е: защо не винаги се наблюдаватъ нѣколко последователни вълни и кои сж условията които водятъ до тѣхното затихване и изчезване и до образуване на облакъ само по първата вълна.

Освенъ това, численитѣ примѣри за критична скоростъ, които сжщиятъ авторъ дава, сж почти винаги надминати при фьонови явления въ Софийско. Би следвало да се допустне, че инверсионната граница на въздушното течение, което причинява фьонътъ, лежи много по-високо отъ приетата отъ Кютнеръ (5000 м.). Скорости отъ порядъка на 35—40 м./сек. не сж рѣдки явления за южнитѣ течения въ Софийско. Внесемъ ли такава скоростъ въ формулата на Кютнеръ, при всички други негови данни, то за  $H$  се получава огромната височина отъ около 9000 метра. Тоя резултатъ, обаче, е невъзможенъ не само поради рѣdkитѣ случаи, когато цѣлата тропосфера може да бжде заета отъ една и сжща въздушна маса, но и защото, дори и да е така, тя все пакъ ще бжде раздѣлена отъ междинни инверсии на етажи съ различна степенъ на трансформация.

Най-сетне вертикалното разпространение на приливната вълна, което Кютнеръ, въз основа на наблюденията на безмоторни летци, открива до едва ли не крайнитѣ предѣли на тропосферата, би следвало да доведе до образуване на фьонна шапка не само въ първия слой, но и до тия огромни височини, което не е наблюдавано до сега.

Очевидно е, прочее, че и обясненията на този авторъ, сж основани твърде много само на „чистата теория“ и оставятъ безъ отговоръ множество въпроси.

Ако съпоставимъ, обаче, движението на въздуха съ това въ водата и проследимъ движенията на свободната повърхностъ на последната следъ обтичане на нѣкое малко препятствие, то горнитѣ останали открити въпроси ще получатъ известно уяснение.

Преди всичко, амплитудата на вълнитѣ трѣбва да бжде изразена въ зависимостъ отъ скоростта на течението; тукъ сжщо трѣбва да се очаква нѣкакъвъ горенъ предѣлъ, който

не може да се премине безъ нарушаване на условието за непрекъснатостта на течението.

Зароденитъ вълни, обаче, сж затихващи и намаляването на кинетичната имъ енергия отива за смѣтка на преодоляване както на инерцията на въздуха, тъй и на триенето на околната срѣда. Ако условията изобщо сж благоприятни за кондензация, то облаци могатъ да се образуватъ по нѣкои или по всички последователни вълнинни върхове, амплитудата на които е достатъчна за да издигне въздуха до кондензационното ниво.

При по-малки амплитуди или при по-високо кондензационно ниво, облаци се образуватъ само по първата или въобще по никоя вълна.

Отъ 1940 година се започнаха въ Божурище системни измѣрвания на жгълното отдалечение на така образувалитъ се стоящи облаци край Витоша. Понеже тѣзи измѣрвания не сж приключени и ще послужатъ за основа на теоретичното разглеждане на фьона, тукъ ще дадемъ обобщени само нѣколко предварителни изводи, направени възъ основа на 50 наблюдения.

Последнитъ се разпредѣлятъ, както следва:

Видъ на облака	Измѣрването се отнася за облачното		Облакътъ представява вълна		
	чело	опашка	I	II	III
стратокумулусъ	8	8	5	2	1
алтокумулусъ	20	14	17	3	—

Резултатитъ отъ тия жгълни измѣрвания, преобърнати въ разстояния отъ Витоша и измѣрени по географска карта сж:

Облаченъ видъ	Пореденъ № на вълната	Срѣдно отдалечение на облачното чело отъ Витоша въ клм.	Срѣд. дължина на облака, мѣрена въ посока Витоша — облаченъ центъръ, въ клм.
стратокумулусъ	I	9.4	8.0
"	II	16.5	12.0
"	III	28.0	2.9
алтокумулусъ	I	8.7	10.2
"	II	17.5	3.0

Онова, което не проявява никаква закономерность, то е „дължината“ на облака (разстоянието отъ челото до опашката на облака, гледани по посока отъ Витоша). По изчисленията излизатъ отдѣлни случаи и съ 40 клм. такава дължина, което означава, че цѣлото Софийско поле е покрито отъ облаци, съ изключение на „фьоновия просвѣтъ“. Такива случаи сж найстина чести (Обр. 5).

Забележителна е закономерността на разположението на облачните чела спрямо Витоша. Следъ малки закръглявания въ тия срѣдни стойности, стига се до разстоянията 9, 18, 27 км. за съответно, първитѣ, вторитѣ и третитѣ вълни, независимо дали се говори за срѣдни или за низки облаци. Прочее, срѣдната дължина на тия фьонове вълни, за София, се очертава къмъ 9 километра.

3. Условия въ низинитѣ. Вече се изтъкна, че приземниятъ въздухъ въ срещувѣтрената часть (Обр. 2) бива увеличанъ отъ топлото течение, което създава фьона, и се издига по склоноветѣ на планината, вследствие на което може да достигне по-рано до кондензация. Тогава се образува фьоновата шапка (или „стена“) по планинския хребетъ, а може да паднатъ и валежи въ тая област. Понѣкога, отдѣлни количества валежъ, вѣроятно при влажно — неустойчиво равновесие, се унасятъ отъ южния потокъ презъ планинското било и минаватъ, като отдѣлни „Virga“<sup>1)</sup>, по небосвода надъ София. Такива случаи сж наблюдавани при фьонъ на 10. III. и 12. XI. 1937 година, следъ пладне. И въ двата случая е препръсквало слабъ дъждъ отъ тѣхъ, когато сж минавали надъ града.

Заслужава да се кажатъ нѣколко думи за възможността да вали дъждъ и при фьонъ. Тази възможность е отречена, или поне е недопусната, отъ класическата теория на Ханъ. Въпрѣки това, макаръ и рѣдко, такива случаи сж възможни и сж наблюдавани и въ София. Въ международната литература, тѣ сж споменати още въ работата на Бьеркнесъ и Зулбергъ върху „Метеорологичнитѣ условия за образуване на дъжда“<sup>2)</sup>, когато разглеждатъ преминаването на топлия фронтъ на една депресия презъ планина<sup>3)</sup>. Къмъ тази чисто синоптична обстановка следва да се добави, обаче, наравно и една термодинамична такава. Защото, ако низходящето течение унищожава валежитѣ, то възходящето таково (къмъ вълнитѣ) обратно, ги създава отново. Достатъчно е едно изобщо влажно неустойчиво равновесие (влажноадиабатични градиенти), за да се получи валежъ отъ тѣзи стоящи облаци. Такива случаи сж наблюдавани и въ София, но валежътъ е слабъ и засѣга, споредъ мѣстоположението на облака, само крайнинитѣ на града. Най-често се наблюдава Virga отъ облака (напр. на 10. III. 1937 г.; на сжщата дата е записанъ въ София — Ц. М. И. валежъ отъ 18<sup>1</sup>/<sub>4</sub>—18<sup>1</sup>/<sub>2</sub>; следъ това 19—19<sup>1</sup>/<sub>2</sub>, и дъждовна джга отъ 17.55—18<sup>1</sup>/<sub>4</sub>. Южниятъ вѣтъръ, т. е. фьонътъ, е записанъ

<sup>1)</sup> „Високъ валежъ“, съгласно международното означение, т. е. валежъ, който не достига до земята и виси като коси въ въздуха.

<sup>2)</sup> Bjercknes u. H. Solberg — The Meteorological conditions for Formation of Rain. Geof. Publ. vol II № 3, Oslo, 1921.

<sup>3)</sup> По този въпросъ, сжщо С. П. Хромов, Введение в синоптический анализ. II изд., Москва 1937, стр. 318.

по анемограмитъ въ Божурище, до 21 часа, което показва, че валежътъ наистина е падналъ още по време на фьона).

Въ подвѣтрената страна на планината въздушнитъ течения, обикновено, сж срещуположни на падащия вѣтъръ (Обр. 2). Тъ сжщо могатъ да достигнатъ до планинскитъ склонове, и даже малко да се изкачатъ по тѣхъ, ако фьонътъ не достига до земята. Рѣдко тоя въздухъ се издига до топлото течение въ височина, но стори ли това, тогава той се смѣсва съ него, увлича се и се връща надире, затваряйки по такъвъ начинъ своя кръговратъ. Единъ типиченъ примѣръ за Инсбургъ е даденъ отъ Канитчайдеръ<sup>1)</sup>, кждето приземниятъ въздухъ отъ подвѣтрената страна се е издигналъ до почти 2500 м. височина (отъ 1500 м.), и тамъ е билъ увлѣченъ отъ фьона въ височина.

Ние употрѣбяваме названието „фьонъ въ височина“ вмѣсто „свободенъ“ или „прикритъ фьонъ“<sup>2)</sup>, като по-удобно и по-независимо отъ локалнитъ особености на обстановката. Фьонътъ не би следвало да се нарича „свободенъ“, защото, ако би билъ такъвъ, той не би се наклонилъ къмъ по-малкитъ височини. По статистиката, която приведохме за София, се видя, че въ сжщности сжществуватъ съ около 30% повече случаи на фьонъ въ височина, отколкото при земята. Такъвъ фьонъ е винаги отъ огромно значение за въздухоплаването.

Когато такъвъ фьонъ слѣзе чакъ до повърхнината на подвѣтрениитъ полета и долини, той не духа вредомъ, но въ ограничени ивици. Съседнитъ имъ мѣста даватъ или безвѣтрие или срещуположенъ вѣтъръ. Интересенъ е въ това отношение случаятъ на 28. V. 1935 г., който вече веднажъ споменахме (вижъ стр. 81). Югозападното въздушно течение, което, по наблюдението въ Божурище, достига до 1600 метра надъ нивото на станцията, прелива презъ по-низкитъ мѣста на планинската верига Люлинъ—Витоша—Лозенска планина, що обгражда полето отъ югозападъ, и нахлува въ него. Понеже Люлинъ се издига само около 800 метра надъ нивото на Божурище, то течението свободно минава надъ него и пада като фьонъ въ летището. По-наизтокъ, обаче, Витоша хвърля вѣтрова сѣнка и селата, до линията Горубляне—Казичане—Бухово (обр. 3) даватъ безвѣтрие. Презъ седловината между Витоша и Лозенската планина, течението отново прелива и се спуска въ тѣсенъ потокъ, презъ Г. Лозенъ и Новоселци до къмъ Ст. планина. Източно отъ него, обаче, както Г. Малина, тѣй и Нови ханъ сж останали въ вѣтровата сѣнка на Лозенската

<sup>1)</sup> R. Kanitscheider, Beiträge zur Mechanik des Föhns. III. Beitr. Phys. fr. Atm. Bd. 25, стр. 49—58.

<sup>2)</sup> W. Kühnert, Bericht über die verdeckte Föhnlage u. s. w. Erf. Ber. II. Folge № 3.



планина. Даже Нови ханъ дава слабъ източень вѣтъръ<sup>1)</sup>. Тази картина е представена на обр. 3 и се отнася за наблюденията въ 14 часа на 28. V. 1935 год. По сжщото време, югозападни вѣтрове даватъ Радомиръ и Самоковъ, което показва, че сжщото течение е духало и въ срещувѣтрената страна на планината.

Достигналитѣ до земята падащи течения не представляватъ единъ непрекъснатъ и равномеренъ потокъ. Било отразявайки се отъ земната повърхнина, било поради вихровия (турбулентенъ) характеръ на самото течение, било, най-после, и затова, че смѣкването на въздуха става на отдѣлни приливни вълни — фьоновиятъ вѣтъръ въ подвѣтрената страна представлява талазообразенъ потокъ, като между отдѣлнитѣ му тласъци настѣпва затишие или духва възвръщащиятъ се за кжсо време приземенъ въздухъ съ срещуположна посока. Тѣзи прекъсвания се наричатъ „фьовони паузи“.

Обр. 2, който помѣстихме по-преди, изобразява всичкитѣ бележи и допълнения, които направихме върху фьонвия моделъ на класическата теория на Ханъ, както и въ схващанията на Кютнеръ и Екстернбринкъ. Този чертежъ се отнася за момента, когато фьоновата вълна е стигнала до земята.

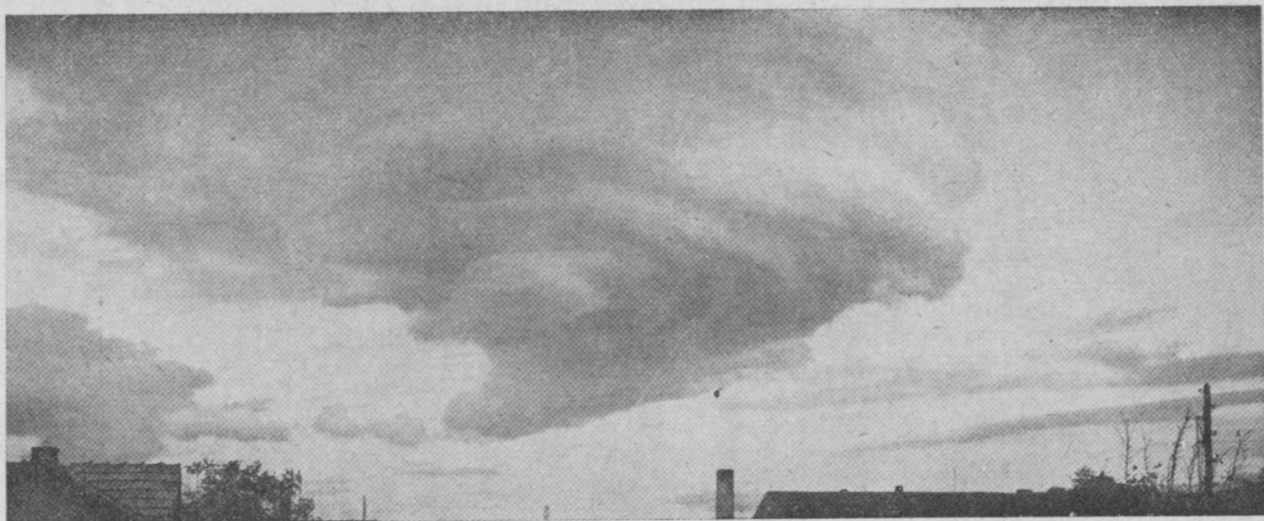
Снимкитѣ, които сж възпроизведени тукъ като обр. 4, 5 и 6, представятъ отдѣлни случаи на фьонъ въ Софийско. Така обр. 4 се отнася за 25. X. 1935 г., 17.45 часа следъ пладне и е една рѣдка снимка на фьонвия облакъ по първата вълна. Вижда се, обаче и началото на втората такава (въ лѣвия край). Витоша е въ дѣсно, извънъ снимката, направена въ Божурище.

Обр. 5. (23. XI. 1932 г., 11.05 часа) дава фьонвия просвѣтъ. Върху тъмния силуетъ на Витоша (поради слънцето, снимката изобщо е тъмна) се вижда фьоновата стена.

Обр. 6. пкъ дава случай на облаци (стоящи вълни) образувани отъ източень вѣтъръ, повлиянъ отъ фьоновъ эффектъ. Облацитѣ се намиратъ надъ западнитѣ предпланини на Витоша.

Тази снимка потвърждава предположението ни, че фьонвиятъ эффектъ се проявява въ всички въздушни течения, които духатъ надъ нѣкое препятствие. Понѣкога, както това е особено често у насъ, препятствията сж толкова много, че въздушното течение, което, обикновено, обхваща огромна площ, дава многобройни фьовони вълни, надъ нѣкои отъ които се образуватъ лентикларисови облаци. Тогава небосводътъ, гледанъ отъ долу, се изпъстря съ тѣхнитѣ характерни яйцевидни облачни вълма, всѣко отъ които съответствува на нѣкоя вълна.

<sup>1)</sup> Презъ този месецъ май сж били открити временнитѣ наблюдателни постове въ споменатитѣ села изъ Софийското и Ихтиманското поле, на брой 11. Тѣхнитѣ наблюдения сж използувани за съставяне на тая карта.



Обр. 4. Облакъ по I фьонова вълна надъ София.  
(Hinderniswolke über Sofia Föhn).



Обр. 5. Фьоновъ просвѣтъ надъ София.  
(Föhnlicke über Sofia).



Обр. 6. Облаци по I и II фьонова вълна при източень вѣтъръ. (Hinderniswolke über Sofia — Ostwinde).

4. Фьонътъ на 21 и 24. III. 1937 г. Както казахме, месецъ мартъ 1937 г. предлага 15 фьонови дни. Може би тоя голѣмъ брой е надминаванъ и други пжтъ, все пакъ, обаче, петнадесеттѣ дни сж достатъчни за да може месецътъ да се нарече „фьоновъ“. За съжаление, по технически причини се налага да се откажемъ отъ синоптиченъ разборъ на времето презъ цѣлия месецъ. Ще се ограничимъ само съ случайтѣ, когато фьонътъ е достигналъ огромната скоростъ 34 и 29 м./сек. Първата величина е отбелязана въ Божурище на 21 мартъ, недѣля, въ 11.51 часа, а втората — на 24 мартъ, срѣда, въ 16.32 часа.

Краятъ на месецъ февруарий 1937 година приключва съ нахлуване на студенъ поляренъ и арктиченъ въздухъ на Европа. Тутакси следъ това атмосферата се е постарала да компенсира този приливъ съ такъвъ на топли тропични въздушни маси. Надъ Европа се зареждатъ единъ следъ други циклони, които, както е известно, сж естественото срѣдство на атмосферната циркулация за преносъ на въздухъ.

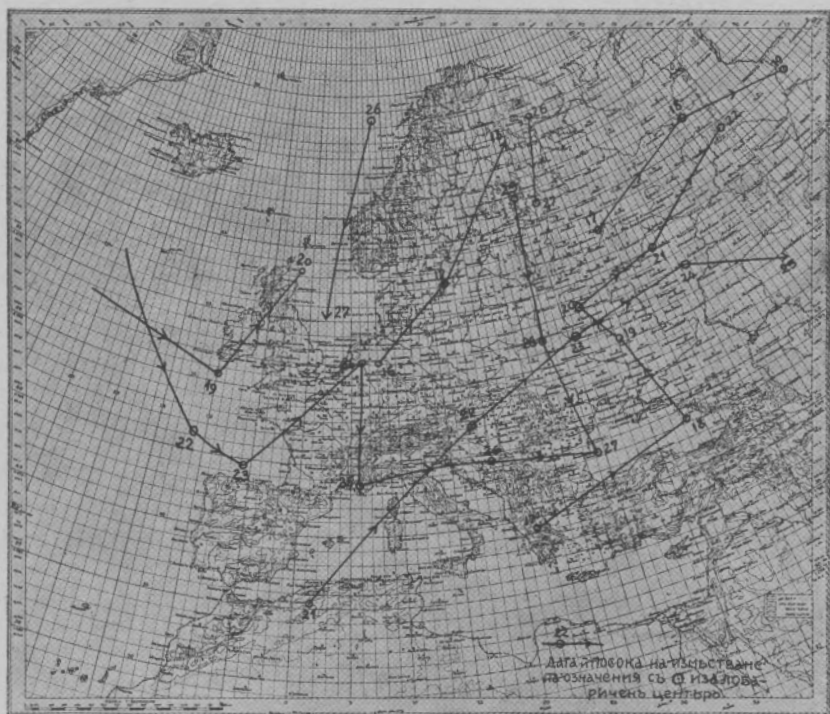
Месецъ мартъ, прочее, протича подъ знака на тѣхното компенсационно влияние. И наистина, ако се проследи хода на барометричното налѣгане въ София презъ тоя месецъ и се сравни съ нормалния 40-годишенъ такъвъ<sup>1)</sup>, то, следъ като се взематъ предвидъ срѣднитѣ грѣшки, излиза, че срѣдното месечно налѣгане (710.7 мм.) презъ месецъ мартъ 1937 година е съ 1.9 мм. по-низко отъ нормалното четиридесетъ годишно такова. Изчисли ли се срѣдната грѣшка на отдѣлнитѣ срѣдни дневни налѣгания и тѣзи последнитѣ се сравняватъ съ нормалнитѣ такива, ще се види, че сигурно по-низко отъ нормалния ходъ е било налѣгането отъ 1—3, 10, 21 и 24 мартъ включително. Въ останалитѣ дни разликата е била 16 пжти отрицателна (по-низка отъ нормалното) и 9 пжти положителна (по-висока отъ нормалното), но винаги въ предѣла на срѣдната грѣшка.

Забележително е, че точно въ тия дни и температурата е била по-висока отъ нормалната (таблица V) и е духалъ юженъ вѣтъръ. Само презъ днитѣ 1, 2 и 3 мартъ вѣтърътъ е билъ предимно югоизточенъ (а не юженъ или югозападенъ които посоки сж взети въ нашата статистика като свойски на софийския фьонъ), затова и температурната разлика не е надминала срѣдната грѣшка.

Това пълно съвпадение въ „ненормалния“ ходъ на температурата, налѣгането и южнитѣ вѣтрове не е случайнo и се дължи, очевидно, на фьоновия ефектъ по това време.

<sup>1)</sup> Д. Бакаловъ — Приносъ къмъ изучаване на затоплянията на времето у насъ. Известия на Метеорологичната служба въ войската, кн. II. 1941 г. (подъ печатъ).

Появата на тѣзи вѣтрове ние поставихме въ зависимостъ отъ въздушната циркуляция, която презъ м. мартъ е пренесла презъ Европа топли маси, компенсиращи предшествуващия приливъ на студени такива (края на февруарий). Достатъчно доказателство е да се проследятъ пжтищата на положителнитѣ 24 часови изалобрани ядра<sup>1)</sup> презъ това време, тъй като



Обр. 7. Пжтища на изалобарнитѣ ядра (Zugstrassen der 24-stündige Druckänderungen).

тѣ сж свързани тѣсно съ настъпването на нови въздушни маси по земната поврѣхнина. На обр. 7 сж възпроизведени тия пжтища за времето 16—27 мартъ, когато сж били и случаетѣ на фьонъ, които искаме да изучимъ синоптично. Вижда се, че настъпващитѣ въздушни маси до 24 мартъ сж имали обща посока отъ югозападъ къмъ североизтокъ, а следъ тая дата — отъ северъ къмъ юго-изтокъ, следъ което е нахлулъ отново студенъ арктиченъ въздухъ.

<sup>1)</sup> Областитѣ, въ които атмосферното налягане се е покачило презъ изтеклитѣ 24 часа.

Бихме попаднали, обаче, въ голѣмо заблуждение, ако приемемъ, че тѣкмо въ близость на земната повърхнина сж преминали у насъ тропични маси, и че тѣ сж причинили фьона. На друго мѣсто<sup>1)</sup> показахме, че това е твърде рѣдкѣкъ случай, и че най-често топлията въздухъ, който нахлува отъ югъ и югозападъ у насъ, представлява възвръщащъ се затопленъ въ южнитѣ периферни части на Европа, бившъ поляренъ хладенъ въздухъ<sup>2)</sup>.

Въ приложение I (на края на настоящата работа) е въз-произведенъ синоптичнитѣ анализъ на времето на 20 и 21 мартъ, 8 часа (когато е отбелязана най-голѣмата скоростъ на фьона въ Божурище — 34 м./сек.) и 24. и 25. мартъ, 8 часа (за скоростъ 29 м./сек.). За да избѣгнемъ излишното описание на употребенитѣ символи, които сж международно установени, считаме, че четенето на синоптичната карта е познато.

На 20. мартъ, както се вижда отъ чертежа, времето въ Европа се обрисова по следния начинъ:

Въ посока отъ северозападъ — къмъ югоизтокъ замиратъ две атмосферни смущения I и II, които представляватъ оклюзии на две нахлувания на тропиченъ въздухъ отъ югъ. Оклюзионнитѣ фронтъ на всѣко едно отъ тѣхъ бележи мѣстото, гдето последнитѣ части отъ тоя въздухъ сж били издигнати отъ земната повърхнина и сега тамъ се срѣщатъ средуположитѣ течения на по-топълъ субполяренъ въздухъ, нахлулъ преди нѣколко дни отъ Атлантика. Краищата на оклюзионнитѣ фронтове завършватъ въ две депресии: надъ Северна Италия (I) и току до Ирландия (II).

Споменатиятъ  $mPw$  — въздухъ е отдѣленъ съ фронталната гранична линия  $F_2 F_2$  отъ по-хладенъ, пакъ субполяренъ въздухъ, който е добилъ вече континенталенъ характеръ ( $cPk$ ). Той се командва отъ областъта на високо налѣгане въ Западна Русия (B). Северна граница на този  $cPk$  — въздухъ представлява линията  $F_3 F_3$ , която го отдѣля отъ арктичния въздухъ ( $mA$  и  $cA$ ). Общата тенденция е: морскиятъ арктиченъ въздухъ  $mA$ , който се насочва отъ Гренландския антициклонъ (B), ще нахлуе на югоизтокъ къмъ Европа, като избута предшествувачитѣ го субполярни по-топли маси. Докато този въздухъ слѣзе надъ Европа, обаче, депресиитѣ I и II трѣбва да се изтеглятъ, съгласно законитѣ на динамиката, по следната приблизителна директриса: Бискайски заливъ — Северна Италия — Черно море — Централна Русия. При това се очертава, като особено критично, мѣстото K надъ Дания, кждето има всички условия да се зароди нова циклонна вълна и депресия, когато граничната линия  $F_2 F_2$  се смѣкне на югъ, подъ напора на арктичния въздухъ  $mA$ .

<sup>1)</sup> Д. Бакаловъ — цитираната работа върху затоплянията у насъ.

<sup>2)</sup> Съ усвоенитѣ международни знаци тоя въздухъ се бележи като  $cPw$ . Въ нашия случай той представлява въ сжщность  $cPw$ .

При такава диагноза, депресиитъ I и II трѣбва да се измѣстватъ по пжтищата Vb или Vc на van Bebbber.

Следваща карта, на 21 мартъ, потвърждава предначертаното развитие на времето.

Депресията I се е раздвоила, северниятъ центъръ следва пжтя Vb, а южниятъ — повече Vc. Депресията II се е смъкнала до Бискайския заливъ. Заедно съ нея се е предвигилъ къмъ югъ и фронтътъ  $F_2 F_2$  въ частъта си отъ Атлантика до К. Изглежда, че морскиятъ арктиченъ въздухъ нахлува по-силно презъ Атлантическия океанъ.

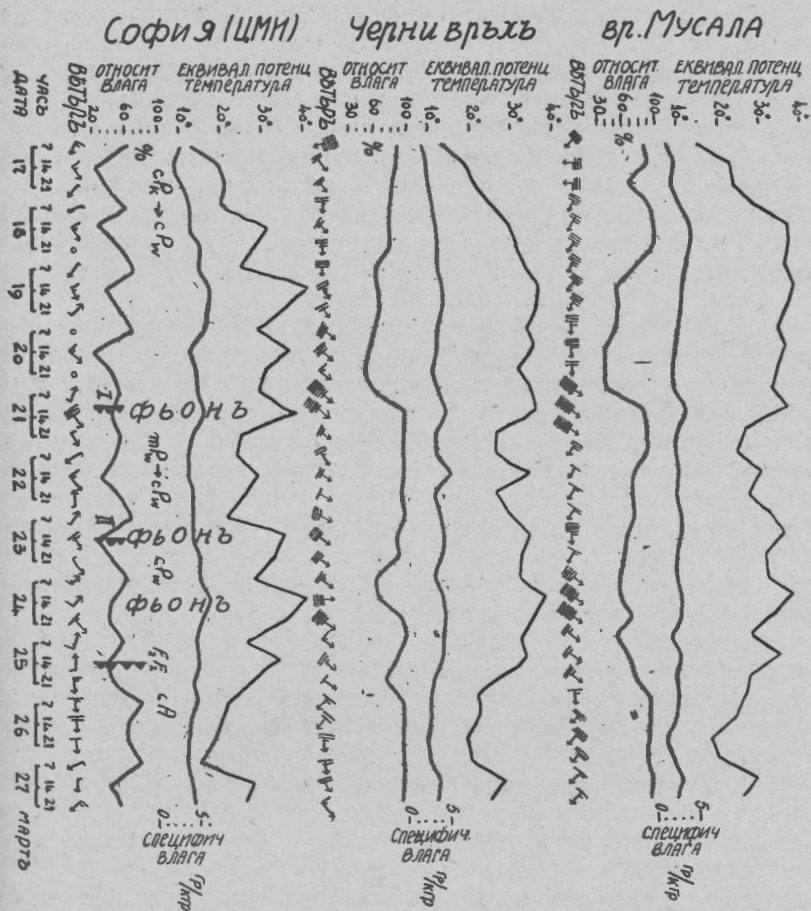
Надъ Балканския полуостровъ изобаритъ въ 8 часа налагатъ движение на приземния въздухъ съ южна слагаема (локалнитъ приземни котловинни вѣтрове не се взиматъ предвидъ). Самиятъ оклюзионенъ фронтъ преминава презъ София преди пладне, при което време избухва и фьонътъ съ ураганна скоростъ 34 м./сек. Когато този фронтъ се изтегли по-наизтокъ, въ Западна България трѣбва да се очаква да се установи отново режимъ на умѣрени (до 12 м./сек.) югозападни вѣтрове, повлияни силно отъ фьоновъ ефектъ (Обр. 8 на стр. 93).

Презъ следващитъ два дни депресията I съ оклюзионния фронтъ, замирайки, се е премѣстила чакъ до централната частъ на Европейска Русия, гдето напълно изчезва, а депресията и фронтътъ II, следъ като минаватъ презъ Северна Италия по пжтя Vc, достигатъ до положението, посочено на картата за 24 мартъ 8 часа, сжщо замирайки. Преминаването ѝ презъ София (Божурище) става рано следъ пладне на 23 мартъ, когато между 13 и 17 часа избухва отново силенъ фьонъ съ скоростъ до 20 м./сек.

Забележително е, обаче, напредването на другитъ въздушни маси. Фронтътъ  $F_3 F_3$  на арктическия въздухъ вече е достигналъ, по тая карта, до планинскитъ препятствия на Пиринеитъ и Алпитъ, които го задържатъ. Фронтътъ  $F_2 F_2$  обаче, подъ неговия напоръ, е отстѣпилъ далече на югоизтокъ до границитъ на Балканския полуостровъ. Критичната точка К се е завихрила въ циклонична вълна и се е смъкнала, заедно съ фронталната граница, до Северна Италия. Въздушната маса надъ Балканитъ, затворена между двата клона на  $F_2 F_2$ , които се сливатъ въ К, се намира подъ огромния натискъ на нахлуващия откъмъ северозападъ сравнително по-хладенъ въздухъ. Поради температурната разлика помежду имъ, по-топлиятъ Балкански въздухъ отстѣпва и се изтегля къмъ североизтокъ, съ югозападни вѣтрове. По тоя начинъ, особено следъ пладне, когато  $F_2 F_2$  въ частъта си отъ Африка до Северна Италия, се е приближилъ още повече до България, въ Божурище избухва още еднажъ фьонъ, който къмъ 16 часа и 32 м. достига пакъ ураганната скоростъ 29 м/сек.

На следния день (25. III. 8 ч.) фронтътъ  $F_2 F_2$  е преминалъ вече и презъ София.

Истинското застудяване настъпва, обаче, едвамъ два дни по-късно, когато нахлува арктичниятъ въздухъ следъ F<sub>3</sub> F<sub>3</sub>. Трѣбва да се подчертае веднага, че първиятъ пристъпъ на тоя въздухъ е дошелъ отъ западъ, презъ Срѣдиземно море. Следствие дългия обходъ, който е направилъ по тоя пжтъ, въздухътъ се е значително затопилъ и е загубилъ много



Обр. 8. — Ходъ на консервативнитѣ метеорологични елементи (Täglicher Gang der konservativen meteorologischen Elemente)

Посоката на вѣтра е дадена съ стрелица, силата — съ напрѣчни чертици. Всѣка голѣма чертица = 4 м./сек. ; половинка = 2 м./сек., а четвъртинка 1 м./сек.

отъ първичнитѣ си низки температури. Въпрѣки това, на 27 мартъ заранѣта сж измѣрени минимални температури 0.0° въ София, — 1.2° въ Божурище и — 3.0° въ Г. Лозенъ (Софийско).

Преминаването на въздушнитѣ маси личи най-ясно, обаче, по графикитѣ отъ Обр. 8, гдето е възпроизведенъ хода на

еквивалентъ-потенциалната температура, специфичната и относителна влажностъ на въздуха и посоката и силата на вѣтѣра на вр. Мусала, Черни връхъ и София (Ц. М. И.), за времето отъ 17 до 27 мартъ 1937 година включително. Като свържемъ този ходъ на консервативнитѣ метеорологични елементи съ синоптичния анализъ (Приложение I) обясняватъ се причинитѣ на фьоновитѣ вѣтрове презъ разглеждания периодъ отъ време.

Ако тѣ се дължаха на преминаване на тропиченъ въздухъ, то той би следвало да се открие преди всичко въ височина съ южни или югозападни, еквивалентъ-потенциално топли и влажни въздушни маси. Въмѣсто това, топлиятъ и влаженъ въздухъ, се открива предимно въ по-малкитѣ височини (до 3000 метра). По-гольмитѣ височини показватъ съвсемъ други, потенциално по-низки, температури и посока на движение. Подобна стратификация на въздуха е въ пълно съгласие съ синоптичния анализъ, тъй като споредъ него, презъ цѣлия разглежданъ периодъ преминава субполярненъ въздухъ, затопленъ въ южнитѣ Сръдиземноморски области.

Така, до къмъ 18 мартъ, надъ страната се е установявалъ хладниятъ субполярненъ въздухъ, идващъ отъ северо-западъ съ буйни вѣтрове и низки температури въ височина (Мусала). При земята, обаче, той непрекъснато се е затоплялъ и трансформиралъ въ сРw, така че на 19 мартъ, при сжщитѣ вѣтрове на Мусала и Черни връхъ, той е завършилъ преобразуването си напълно: при низка относителна влажностъ, температурата се е установила на едно сравнително високо ниво (37 еквивалентъ-потенциални градуси).

На 20 мартъ депресията I (Приложение I) доближава значително до България и видоизмѣня въздушната циркуляция; вѣтроветѣ добиватъ югозападна слагаема най-напредъ въ низкитѣ атмосферни пластове (подъ вр. Мусала, гдето все още духа западенъ вѣтѣръ), безъ температуритѣ и специфичната влажностъ да се измѣнятъ. Това показва, че не се касае за нахлуване на тропична маса. Вѣтроветѣ на Черни връхъ гърпятъ, очевидно, фьоновъ ефектъ и отдѣлни тласъци отъ последния достигатъ вече и въ София, гдето влажността спада на 23%. Истинскиятъ фьонъ избухва, обаче, едвамъ на следния день (21 мартъ), когато цѣлиятъ въздушенъ слой до 3000 метра получава еднородно югозападно движение. По това време точно минава и оклюзията I, въ връзка съ която става и промѣната. Този фьонъ дава въ Божурище рекордната скоростъ 34 м./сек. Забележително е, че на Мусала не настъпва сжществено и трайно затопляне и увеличаване на специфичната влажностъ, за да се приеме съвсемъ безспорно, че връхътъ е билъ обхванатъ, макаръ и за кжсо време, отъ оклюдиралия тропиченъ въздухъ. Нѣщо повече, обстоятелството, че въ височина се е увеличила относителната влажностъ (Черни връхъ 100%) говори за образуване на фьонова шапка, а не за

нахлуване на потенциално по-топъл въздухъ. Веднага следъ изтегляне на оклюзиония фронтъ къмъ изтокъ, по-хладниятъ следоклюзионенъ субполяренъ въздухъ се върналъ пакъ въ сжщитъ височини, което е довело дори до понижение на температуритъ тамъ. Въздушниятъ слой подъ нивото на Мусала, обаче, остава съ почти сжщитъ качества и съ сжщата циркулация, което се вижда и отъ изобаритъ на картата за 21 мартъ (Приложение I). Продължаващитъ югозападни вѣтрове до нивото на Черни връхъ сж подложени непрекъснато на фьоновия ефектъ. На 23 мартъ, когато презъ София минава (къмъ 14 часа) замиращата оклюзия II, избухва пакъ фьонъ съ скоростъ до 20 м./сек. Презъ останалото време при земята духатъ срещуположни вѣтрове, съгласно схемата на Обр. 2.

На 24. мартъ цѣлата сРw въздушна маса е насилена отъ нахлуващия арктиченъ въздухъ отъ западъ. Отново избухва фьона и при земята. Въ Божурище, за втори пжтъ, скоростта се изкачва до 29 м/сек. Температуритъ и специфичната влажностъ оставатъ въ височина почти сжщитъ, както и на 21 мартъ, съ малко повишение, дължимо между другото и на по-продължителното трансформиране на тоя въздухъ, въ сравнение съ това на преминалия три дни по-рано такъвъ.

Нахлуването на арктиченъ въздухъ почва първомъ при земята и едва на другия день (26 мартъ) обхваща и височинитъ на Мусала. Новата арктична маса, макаръ и застарѣла и релативно трансформирана презъ дългия обходенъ пжтъ, се характеризира съ малка специфична влажностъ, низки температури и северозападни вѣтрове. Съ нахлуването ѝ се приключва и цѣлия интензивенъ фьоновъ периодъ.

Едно малко обяснение дължимъ на високитъ еквивалентъ-потенциални температури и специфична влажностъ въ София. Тъ сж резултатъ на неадиабатични процеси и на директно въвеждане на влага и топлина отъ земната поврхностъ, поради което не могатъ да се считатъ за типични качества на въздушната маса.

Прието е за доказателство на сжществуването на фьона да се считатъ и вертикалнитъ адиабатични градиенти въ температурата (около  $1.0^{\circ}$  на 100 м. височина). Въ по-старитъ работи сж виждали въ тия величини едва ли не решающъ белегъ макаръ, че достигането на такива градиенти не винаги е напълно сигурно.

Вертикаленъ адиабатиченъ градиентъ сжществува само между онѣзи станции, въ които вѣе фьонъ, които лежатъ на една и сжща токова линия. Тъй като това практически е трудно да се изпълни и докаже, получаванитъ стойности, обикновено, сж или свръхадиабатични, или близки до тази величина.

За да видимъ доколко това е изпълнено и въ разгледанитъ отъ насъ случаи, даваме следнитъ градиенти, образувани между хижа Селимица и Черни връхъ (за срещувѣтренната

страна) и Черни връхъ—хижа Алеко (за подвѣтренната страна). Градиенти между София и Черни връхъ или между Божурище и сѣщия връхъ сж безсмислени въ случая, тъй като нѣма никакво срѣдство да се проследи дали отклонената, и духаща като фьонъ, въздушна струя въ София, съответно Божурище, е минала точно презъ Черни връхъ, а не презъ нѣкое друго мѣсто на планината. Освенъ това, работейки само съ наблюденията въ срочнитѣ часове 7, 14 и 21 часа мѣстно време, рисковано е да се приеме, че винаги въ тия часове е липсвала междинна инверсия която да видоизмѣни температурния градиентъ, или че тѣзи срочни наблюдения не сж попадали тъкмо въ нѣкоя фьонова пауза.

Прочее, ето и самитѣ изчислени градиенти:

	21. III.			23. III.			24. III.			26. III.		
Черни връхъ —	7	14	21	7	14	21	7	14	21	7	14	21
хижа Селимица	1.06	0.70	0.78	1.03	1.20	0.97	1.04	0.92	0.87	0.66	0.61	0.76
Черни връхъ —												
хижа Алеко.	0.70	0.95	0.52	0.87	0.97	0.75	0.82	0.95	0.67	0.52	0.52	3.50

Подчертанитѣ стойности сж почти адиабатичнитѣ градиенти и тѣ съвпадатъ напълно съ траенето на фьоновия потокъ.

Даннитѣ отъ 26 мартъ сж дадени повече, за да се посочи, колко различни сж тия градиенти при не-фьоново положение въ атмосферата.

На 24 мартъ сж били направени наблюдения на вѣтъра въ височина само въ Божурище и Казанлъкъ.

Приземниятъ вѣтъръ въ Софийското поле е обхващаль пласта до 500 метра надъ нивото на станцията, а въ Казанлъкъ — до 100 м. Това прави, за Софийско, надморска височина около 1100 м., а за Казанлъшко — около 1400 м. Въ този пластъ сж духали слаби локални или югоизточни вѣтрове. Горната повърхнина на тоя пластъ, следователно, показва единъ нищоженъ наклонъ отъ 0.2: 100, който е далече помалкъ отъ тоя на фронталнитѣ повърхнини и, следователно, говори за инверсия въ тѣзи височини.

Надъ тази инверсия започватъ постепенно силнитѣ юго-западни вѣтрове на възвръщащиятъ се сРw въздухъ. При следобѣдното наблюдение на сѣщитѣ, въ Божурище е измѣрена скоростъ 30 м/сек. на 2000 метра височина надъ летището, следъ което балончето се е скрило въ облаци. Тѣзи последнитѣ не сж позволили, за съжаление, да се открие горната граница на фьоновия потокъ. Преднитѣ дни (20 и 23 мартъ), обаче, наблюденията сж достигнали до 4200 надъ Божурище. Южниятъ потокъ е обхващаль, на 20. III, слоеветъ само до 2600 метра височина, а на 23 мартъ — до 3000 метра височина надъ която граница е духаль силенъ (до 20 м./сек.) западенъ вѣтъръ. Това обстоятелство още веднажъ подчертава



характера на въздушното течение, което е дало фьонъ: приземенъ пластъ отъ континенталенъ топълъ субполярненъ въздухъ, принуденъ да отстъпи (възвръщащъ се) къмъ североизтокъ подъ напора на нахлуващъ арктиченъ студенъ въздухъ.

Естествено, ако тропиченъ въздухъ премине презъ стратата и засегне височинитъ на планинскитъ препятствия у насъ, то фьонови вѣтрове могатъ да избухнатъ при сжщитъ условия. Такъвъ случай сме разгледали другаде<sup>1)</sup>. Грамадното мнозинство отъ случаи на фьонъ въ Софийско, па и въобще у насъ, се дължи, обаче, главно на възвръщащи се маси, както това бѣ показано въ настоящата работа.

## ÜBER DEN FÖHN IN SOFIA

### (Zusammenfassung)

In der vorliegenden Arbeit sind als Hauptgründe aller atmosphärischen Erscheinungen die Zirkulation und die Transformation der Luftmassen angenommen. Deren Elemente sind die Advektion der Massen selbst und die adiabatischen — und nicht-adiabatischen Änderungen der Masseneigenschaften. Auch die Fallwinde unterliegen diesen Gründen. Davon macht der Föhn natürlich keine Ausnahme: ein dynamisch — thermodynamischer Unterschied zwischen Föhn, Borà, Mistral und anderen Fallwinden existiert nicht. Man sollte eigentlich eher von einem allgemeinen Föhnfekt (besser sogar „thermodynamischen Effekt“) für alle Winde sprechen, als von verschiedenen Individuen wie Föhn, Borà usw. v. Massgebend würde die Ausgangstemperatur der Luftmasse sein, in der die Fallwinde auftreten.

In Bulgarien sind viele lokale Bezeichnungen solcher Winde bekannt. In vorliegender Arbeit wird nur der Südföhn in Sofia untersucht. Fig. 1 stellt die Häufigkeit der Südwinde über dem Sofioter Feld in verschiedenen Höhen dar. Auffallend ist, dass die ersten 2500 m. üb. Flugplatz Bojurische b] Sofia zwei Maxima (Frühling u. Herbst) und die übrigen Höhen ein einziges Hauptmaximum im Sommer zeigen. Tab. 2 gibt die mittlere Windgeschwindigkeit in m/s. Die stärksten Südwinde sind im Winter bis auf 5 km.; im Frühling und Herbst liegen sie zwischen 2,5 und 5 km. und im Sommer — über 5 km, aber schwächer. Tab. 3 gibt die Anzahl der in Bojurische beobachteten Tage mit Bodensüdwind und dessen abs. maximale Geschwindigkeit. Aus Tab. 4, die dieselbe Anzahl aber für verschiedene Höhen gibt, entnimmt man, dass der Südwind am Boden rund 30% weniger häufig ist als in der Höhe bis 2000 m. NN.

<sup>1)</sup> Д. Бакаловъ — *op. cit.*, Известия на Метеорологичната служба въ войската, кн. II. — 1941 г. (подъ печатъ).

In dem Zeitraum 1932—1941 zeigen die Monate November 1933 und März 1937 je 15 Tage mit solchen Winden. Um zu zeigen wie die die mittlere Monatstemperatur beeinflussen, ist für März 1937 die Abweichung von 40-jährigen Mittel, nach bekannten Verfahren der Fehlerrechnung untersucht. Aus Tab. 5 ist die tägliche Abweichung  $d-e$  ersichtlich; das Monatsmittel liegt  $2.8^{\circ}$  übernormal.

Besprochen sind dannkurz die Anschauungen von Hann, v. Ficker, Küttner, Externbrink und Kanitscheider über den Föhn. Dazu sind aber folgende Bemerkungen gemacht worden:

1. Da der Luvhangwind der Bodenkaltluft selten von Boden bis auf die Berggipfel reicht, ist die klassische Föhnschablone in dieser Hinsicht nicht immer richtig. Wegen der Niveauerhaltungstendenz der Strömung fließt die letzte schon über Pässe und tiefliegende Käme ins Lee als Föhn. Beispiel: Föhn in Sofia am 28. Mai 1935 bei Südwind nur bis 2000 m. NN.

2. Die Strömung fällt auch im Lee nicht immer bis zum Boden. Es hängt dies von der hermodynamischen Stabilität der dortigen Bodenkaltluftschicht ab.

3. Hinderniswolken bilden sich meist nur auf der ersten Leewelle und nicht auf allen. Das spricht für eine sich stetig vermindernde Wellenamplitude, die leicht durch die innere Reibung der Luft erklärbar ist, abgesehen von der Abhängigkeit von der Höhe und Neigung des der Kondensationsniveaus.

4. Bringt man die oft in Sofia beobachteten Geschwindigkeiten über 30 m/s in die Küttnersche Formel für die „kritische Geschwindigkeit  $U$ “ ein, so bekommt man für die Höhe der homogenen Strömung einen Grenzwert von  $H > 9000$  m. Durch dynamische Überlegungen ist aber klar, dass eine solche „inversionslose“ Strömung unmöglich ist.

5. Küttner gibt auch keine Erklärung darüber, warum die „Flutwelle“ nicht über die Tropopause in die Stratosphäre reicht. Es liegt das offenbar in der „Beruhigungstendenz“ der Luftfluide selbst.

Fig. 2 zeigt ein neues Föhnmodell nach obenerwähnten Anschauungen und nach unseren Bemerkungen.

Auf Grund zahlreicher Winkelmessungen in Bojurische wird die mittlere Entfernung der Hinderniswolken vom Witoscha Gebirge bis nach Sofia berechnet. Man bekommt:

für die I Welle rund 9 km. Entfernung

für die II „ „ 18 „ „

für die III „ „ 27 „ „

Durchschnittliche Wellenlänge: 9 Km.

An Beispielen wird gezeigt, dass auch Regenfälle beim ausgesprochenen Föhnwetter wohl möglich und tatsächlich beobachtet sind, die durch feuchtadiabatische Instabilität der Luft zu erklären sind.

Die Art und Weise des Föhninbruchs in das Sofioter Feld

ist durch Fig. 3. klar gemacht. Fig. Fig. 4, 5 und 6 zeigen Hinderniswolken beim Föhn über Sofia (Fig. 6: Föhneffekt am Ostwind).

Zum Schluss wird synoptisch ein Föhnfall untersucht. Es handelt sich um die Einbrüche am 21 und 24 März 1937, wo die Rekordgeschwindigkeiten von 34 bzw. 29 m/s am Boden registriert worden sind (Bojurische) (s. Anlage am Ende der Arbeit). Die Luftmasse ist schon transformierte cPw in retrograder Bewegung. Fig. 7 gibt die Zugstrassen der 24-stündigen positiven Bodenluftdruckänderungen, die als Zeiger der Massenfortpflanzungsrichtungen angenommen sind. Die Fallwinde brechen in Sofia am 21 u. 24 März bei der Passage der mit I u. II bezeichneten Okklusionen ein (Anlage I). Fig. 8 gibt den Gang der konservativen meteorolog. Elemente (Äquipots, spez. u. relat. Feuchte und Windrichtung) für Mussala (2925 m NN), Tscherni wräch (2283 m) und Sofia—Stadt (550 m) vom 17 bis 27 März 1937. Föhnneinbrüche durch echte Tropikluft sind in Bulgarien viel seltener zu beobachten als solcher durch retrograde cP — Massen.

D. T. Bakalow