

Temperaturun şaquli qradienti

Bildiyimiz kimi, şaquli axınlar atmosfer proseslərinin yaranmasında əsas rol oynayırlar. Hava hissəciklərinin şaquli istiqamətdə hərəkəti konvektiv hərəkət və ya şaquli hərəkətlər adlanır. Bunun üçün ilkin şərt atmosferdə dayanıqsızlıq halının olmasıdır. Şaquli hərəkət edən zaman hava hissəciklərinin potensial və kinetik enerjiləri dəyişir. Belə ki, yuxarı qalxan hava kütləsi ağırlıq qüvvəsinə qarşı iş görür. Bu iş sinoptik meteorologiyada geopotensial hündürlük adlanır. Vahid hava kütləsinin ilkin səviyyədə yuxarı izobarik səthlərə qalxması zamanı ağırlıq qüvvəsinə qarşı müəyyən iş görməlidir ki, $(H=gz)$ bu iş cazibə qüvvəsinin potensialı və yaxud **geopotensial** adlanır. Geopotensiallar özləri **dinamik yüksəkliyi** ifadə edirlər. Geopotensial vahidi kimi aerologiya və hava xidməti işində geopotensial metrlərdən (gp.m) istifadə olunur. Məlumdur ki, ağırlıq qüvvəsinin (g) qiyməti 20 km hündürlüyədək 9,8-dən bir o qədər də fərqlənmir. Məhz bu az fərqlənməni nəzərə alaraq geopotensial ölçmək üçün **geopotensial dekametr** (gp.dkm) anlayışından istifadə olunur.

Yuxarı qalxan hava hissəcikləri az təzyiqli sahəyə düşdüyündən genişlənməyə sərf olunan enerji hesabına öz istiliyini itirir. Bu itki hesabına hissəciyin daxili enerjisi azalır. Məsələn, yuxarı qalxan hava hissəciyinin tərkibində olan su buxarının bir qramının kondensasiyası üçün 600 kkal enerji itirir. Bu enerji hesabına hissəciyin daxili enerjisi azalır.

Hərəkətsiz atmosferdə (mühitdə), istənilən şaquli hərəkət edən bir hava hissəciyi götürək. Məsələn, burulğan hərəkəti. O zaman bu hissəciyin parametrləri

$$u = v = 0, w = w(z), p = p(z), \rho = \rho(z), T = T(z) \quad (1)$$

mühitin parametrləri isə aşağıdakı kimi olar.

$$\bar{u} = \bar{v} = \bar{w} = 0, \bar{p} = \bar{p}(z), \bar{\rho} = \bar{\rho}(z), \bar{T} = \bar{T}(z). \quad (2)$$

Naməlum funksiyalar olan w, c, T – hissəciyin individual parametrlərini əks etdirir, hərəkət tənliyi, hal tənliyi, termodinamikanın birinci qanunundan alınmış tənliyin (1) tənliyi ilə qarşılıqlı sadələşdirilməsindən tapıla bilər. Bu zaman,

$$\frac{dw}{dz} = -g - \frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial z} + F_z \quad (3)$$

F_z - z istiqamətində molekulyar sürtünmənin gücü.

$$p = \rho RT \quad (4)$$

$$dQ = c_p dT - \frac{RT}{\rho} dp \quad (5)$$

$c_p dt$ - t zamanında, sabit təzyiqdə quru havanın xüsusi istilik tutumudur.

Hissəcikdə mövcud olan bu təzyiq (p), götürülən mühitin təzyiqi ilə (\bar{p}) demək olar ki, eynidir. Buna kvazistatistik yaxınlaşma deyilir. Bu zaman mühitin təzyiqi üçün aşağıdakı tənliyi yazmaq olar.

$$\rho(z) = \bar{\rho}(z), \frac{\partial p}{\partial z} = \frac{dp}{dz} = \frac{\partial \bar{p}}{\partial z} \quad (6)$$

Tənliyin bu forma alması onunla izah olunur ki, məsələn, sabit təzyiqdə əgər hissəciyin temperaturu mühitin temperaturundan fərqlənirsə, bu zaman temperatur fərq tədricən molekulyar və turbulent istilik mübadiləsi nəticəsində azalmağa başlayacaq. Əgər təzyiq fərqli olarsa, bu zaman 300 m/s sürətlə yayılan səs dalğalarını əmələ gətirən barik qradiyent qüvvəsi yaranır. (Fəzada təzyiqin dəyişməsinə barik qradiyent deyilir. Onu yaradan səbəb, yüksək sahədən aşağı sahəyə yönələn qüvvədir. Bu qüvvə barik qradiyent qüvvəsi adlanır. Bu qüvvə hava kütlələrini hərəkətə gətirən qüvvədir. <http://www.dvfu.ru/meteo/book/pdf.htm>).

Əldə etdiyimiz (3) tənliyi hissəciyin şaquli təcilini ifadə edir. Adətən, şaquli sürət çox az olur, və nəticədə sürtünmə qüvvəsidə həmçinin kiçik qiymət alır. Bu zaman, (3) və (4) tənliklərindən aşağıdakı tənliyi almaq olar.

$$\frac{dw}{dt} = -g \left(1 - \frac{T}{\bar{T}} \right) = \frac{g}{\bar{T}} (T - \bar{T}) \quad (7)$$

Burada, $\frac{T}{\bar{T}}$ - nisbəti 1-dən fərqlidir, onların fərqi isə həqiqətən az fərqlənir.

Hissəciklə mühit arasındakı bu cür fərqləri Arximed qanunu əks etdirir. Arximed qanununa görə əgər, hissəcik onu ghatə edən mühitdən istidirsə, bu zaman müsbət təcil yaradan üzmə qüvvəsi yaranır. Buna görə də, (7) tənliyində hissəciyin hərəkətinin inkişafı mümkün deyildir. Hər iki temperaturu z_0 başlanğıcında Teylor sırasına qoyaq.

$$T = T_0 + \frac{\partial T}{\partial z} (z - z_0) + \dots \quad (8)$$

$$\bar{T} = \bar{T}_0 + \frac{\partial \bar{T}}{\partial z} (z - z_0) + \dots$$

Bu sıraya əsasən, (7) tənliyi, aşağıdakı şəkilə düşər.

$$\frac{dw}{dt} = \frac{g}{\bar{T}} \left[(T_0 - \bar{T}_0) + \left(\frac{\partial T}{\partial z} - \frac{\partial \bar{T}}{\partial z} \right) (z - z_0) \right] \quad (9)$$

(7) və (9) tənlikləri başlanğıc anda eyni nəticələr verirlər. Həqiqətən, əgər ilk əvvəl hissəcik hərəkətsizdirsə, ancaq onun temperaturu ilə mühitin temperaturu 0-dan fərqlidirsə, bu zaman o təcillənir.

Həqiqi atmosferdə hissəcik öz enerjisini sürtünmə və istilik mübadiləsi nəticəsində itirir. Tərəddüdlərin amplitudası zamanla azalır və nəticədə hissəcik

konveksiya səviyyəsində (şaquli istiqamətdə hərəkətlər konveksiya adlanır. Konveksiya səviyyəsi isə hal əyrisinin stratifikasiya əyrisini kəsdiyi xəttə deyilir. Konveksiyanın bir neçə növü mövcuddur. Məcburi və termik konveksiyalar. Termik konveksiya bəzən dinamik konveksiyada adlanır. Termik konveksiya əsasən düzənlik ərazilərdə, məcburi isə əsasən dağlıq və dağətəyi ərazilərdə müşahidə edilir) dayanır, harda ki, hissəcik mühitlə tarazlıq halında olur. Çünki konveksiya səviyyəsindən yuxarıda hissəciyin temperaturu ətraf mühitin temperaturuna nisbətdə soyuq olur. Bu zaman qızmış hissəciklər başlanğıc vəziyyətdən yuxarı doğru, soyumuş hissəciklər isə əksinə aşağı doğru hərəkət edirlər. Əgər surtunmə və istilik mübadiləsi çox olarsa tərəddüdlər ümumiyyətlə olmayacaq. Qızmış hissəciklər qalxacaq soyumuş hissəciklər isə enərək konveksiya səviyyəsində dayanacaqlar. Bu proses atmosferin dayanıqlı vəziyyətində konvektiv buludların əmələ gəlməsini təmin edir. Məsələn, Arktikada polyar gecələr zamanı, buz sahələri ilə əhatə olunmuş açıq su səthi üzərində güclü konvektiv buludlar əmələ gəlir. Atmosfer ilə okean üzərindəki qalın buz qatı arasında istilik mübadiləsi demək olar ki, mövcud deyil. Lakin küləyin və dəniz cərəyanlarının təsiri nəticəsində buzun hərəkətə gəlməsindən daşqınlar tez tez baş verir. Bu zaman su səthi ilə ətraf buzların temperaturu çox fərqlənir. Təqribən 30°S –ə kimi. Su səthinin donmamış hissəsində rütubətli havanın güclü şaquli axını yaranır. Bu zaman gizli buxarəmələgəlmə istiliyi yaranır, qalxan havanın ətraf mühitə nəzərən qızması daha da sürətlənir. Yan ərazilərdən qızmış qalxan havanın ardıncı soyuq hava kütləsi daxil olur ki, bunlarda tədricən qızır, rütubətlənir və qalxır. Beləliklə, buz sahəsi ilə əhatə olunmuş su səthinin donmamış sahəsi istilik və rütubəti okeandan atmosfərə sürətlə sovrur.