

## 11 - MA'RUZA. BUG' HOSIL BO'LISH PROTSESSI

*Reja:*

1. *Umumiy tushinchalar.*
2. *Bug' hosil bo'lish protsessining p $\rho$  - diagrammada tasvirlanishi.*
3. *Suv bug'ining ts va is -diagrammasi.*

### 1. Umumiy tushinchalar

Suv bug'i bug' turbinalari, bug' mashinalari va boshqa bir necha qurilmalarda ishchi jism, issiqlik almashinuv qurilmalarida esa issiqlik tashuvchi sifatida keng qo'llaniladi.

Moddaning suyuq holatdan gaz holatiga o'tishi **bug'lanish** deyiladi. Bunda molekulalarning bir qismi suyuqlik yuzasidan qolgan molekulalarning tortishish kuchini yengib, uchib chiqadi va atrof - muhitga tarqaladi. Kinetik energiyasi ancha katta bo'lgan molekulalargina bunday ish bajara oladi.

Agar suyuqlik o'zgarmas bosimda isitilsa, uning molekulalarining barcha hajm bo'yicha harakat tezligi ortadi va bug' hosil bo'lish kuchayadi. Suyuqlikning fizik xususiyatiga va bosimga qat'iy muvofiq keladigan muayyan temperaturada bug'lanish protsessi qaynash protsessiga aylanadi.

Suyuqlikning faqat erkin sirtidan emas, balki butun hajmi bo'yicha jadal ravishda bug'ga aylanishi va bug' pufakchalarining tez hosil bo'lishi va ko'paya borishi **qaynash** deyiladi.

Bug'lanish protsessiga teskari protsess, ya'ni moddaning gaz holatidan suyuq holatiga o'tishi kondensatlanish deyiladi.

Bosim o'zgarmas bo'lgan paytda kondensatlanish protsessida bug'lanishda bo'lgani kabi temperatura o'zgarmasdan qoladi.

Agar bug'lanish yopiq idishda ketayotgan bo'lsa, u holda bug' miqdori muvozanat qaror topguncha, ya'ni suyuqlik va bug' miqdorlari o'zgarmas bo'lguncha ortaveradi. Bu vaqt birligi ichida suyuqlikdan chiqib ketayotgan zarralar soni shu vaqt ichida suyuqlikka qaytayotgan zarralar soniga teng degan so'zdir. Suyuqlik bilan muvozanatda turgan bug' **to'yingan bug'** deyiladi.

To'yingan bug'ning temperaturasi u hosil bo'layotgan qaynayotgan suyuqlik temperaturasiga teng bo'ladi.

Qaynash sodir bo'ladigan temperatura bilan bosim bir-biriga bog'liqdir. Ular to'yinish temperaturasi va bosimi deyiladi va  $t_m, p_m$  bilan belgilanadi. Suyuqlik qaynaydigan bosim qanchalik yuqori bo'lsa, qaynash temperaturasi ham shuncha yuqori bo'ladi.

Temperaturasi va bosimi to'yinish bosimi bilan temperaturasiga teng, lekin tarkibida suv zarralari bo'lmagan bug' **quruq bug'** deyiladi.

Suyuqlikka tegib turgan va uning ustidagi bo'shliqni to'yintiradigan bug' **to'yingan nam bug'** deyiladi. To'yingan nam bug'-bug' bilan juda mayda suv tomchilari aralashmasidir. Bug'dagi suyuqlik zarralarining miqdori bug'ning quruq yoki namlik darajasini belgilaydi.

Quruq to'yingan bug' massasini to'yingan nam bug' massasi yig'indisiga (bug' va suyuqlik aralashmasi) nisbati X bilan belgilanadi va **bug' saqlami** yoki **bug'ning quruqlik darajasi** deyiladi.

Nam bug'dagi qaynayotgan suyuqlikning massasi ulushiga bug'ning **namlik darajasi** deyiladi va U bilan belgilanadi.

$$u = 1 - x$$

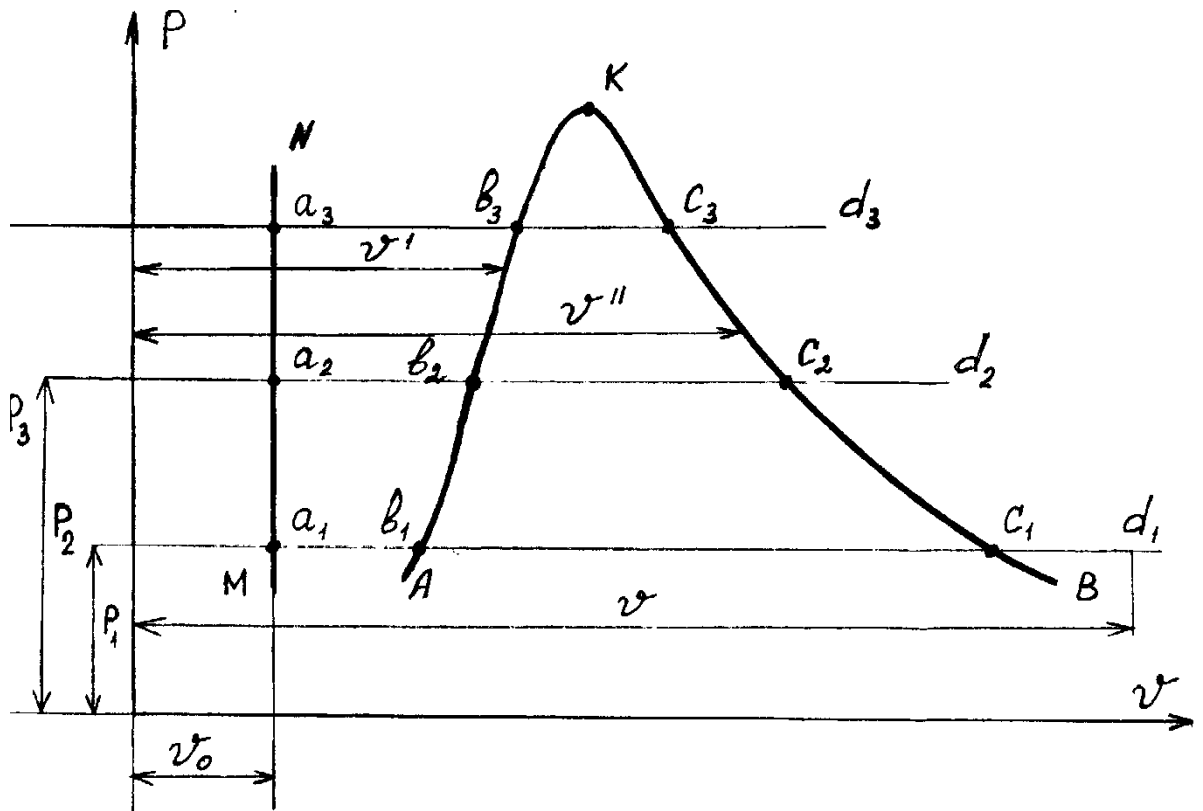
Agar  $X = 0,6$  bo'lsa, u holda  $U = 1 - 0,6 = 0,4$  bo'ladi, to'yingan nam bug' 60% quruq bug' bilan 40 % suyuqlikdan (suvdan) iborat bo'ladi.

Agar to'yingan quruq bug'ga o'zgarmas bosimda issiqlik berilsa, uning temperaturasi ko'tarilib, hajmi ortadi va hosil bo'lgan bug' **o'ta qizigan bug'** deyiladi.

## 2 Bug' hosil bo'lish protsessining $p\vartheta$ - diagrammada tasvirlanishi

Suyuqlik va bug'dan iborat sistemaning fazoviy  $P\vartheta$  diagrammasi, suv va bug' solishtirma hajmining bosimga bog'liqlik grafigidan iborat.

Suv temperaturasi  $0^0$  S va bosimi P bo'lganda solishtirma hajmi  $\vartheta$  bo'lsin (1- rasm), bu holat  $a_1$  nuqtaga mos keladi.



1 - rasm.

Agar o'zgarmas  $P_1$  bosimda suvga issiqlik bersak, suvning solishtirma hajmi va temperaturasi ortib boradi. Suvning temperaturasi  $P_1$  bosimga mos  $t = t_m$  bo'lgan  $b_1$  nuqtada qaynash boshlanadi. Bu vaqtda suv  $\mathcal{G}$  hajmni egallaydi. Issiqlik berishni davom ettirsak  $v_1 - s_1$  chiziq bo'yicha bug' hosil bo'lish protsessi amalga oshadi. Bu protsessda temperatura o'zgarmasdan qoladi ( $t_m = \text{const}$ ) chunki shu vaqtda keltirilgan issiqlik suv va bug' temperaturasining ko'tarilishiga emas, balki faqat molekulalar orasidagi tortishish kuchlarini yengishga va bug'ning kengayish ishiga sarflanadi. Bu protsessda ikki fazali muhit: suv + bug' bo'ladi, bu muhit **to'yingan nam bug'** deyiladi.

Nuqta S da suyuqlikning oxirgi zarrasi ham bug'ga aylanib  $\mathcal{G}$  hajmni egallaydi va to'yingan quruq bug' hosil bo'ladi. Agar to'yingan quruq bug'ga o'zgarmas bosimda issiqlik keltirilishi davom ettirilsa, o'ta qizigan bug' hosil bo'ladi. O'ta qizigan bug'ning holatini belgilovchi d nuqta qanchalik ko'p issiqlik miqdori keltirilsa shunchalik o'ngrok tomonga siljiydi. Bu paytda uning temperatura va solishtirma hajmi  $\mathcal{G}$  ortib boradi.

Endi suvning yuqoriroq  $R_2$  bosimda ( $P_2 > P_1$ ) bug'ga aylanish protsessini ko'rib chiqamiz. Ma'lumki, bosim ortishi bilan qaynash temperaturasi ham

ko'tariladi. Suv siqilmaydigan modda bo'lganligi sababli, uning dastlabki hajmi o'zgarimasdan  $\rho_0$  ga teng bo'lib qoladi (nuqta  $d_2$ ).

Suvning qaynash boshlanishini ko'rsatuvchi  $b_2$  nuqta (qizdirilganda kengayish hisobiga)  $b_1$  nuqtadan o'ng tomonda joylashadi, ya'ni hajmi  $\rho$  ( $\rho_{b_2} > \rho_{b_1}$ ) ko'payadi. To'yingan quruq bug'ning holatini belgilovchi S nuqta esa S nuqtadan chaproqda joylashadi. Demak, bosim va temperatura ortishi bilan to'yingan quruq bug'ning solishtirma hajmi  $\rho$  ( $\rho_{c_2} < \rho_{c_1}$ ) kamayadi.

Yuqorida ko'rib chiqqanimizdek  $P_3 > P_2$  bosimda  $a_3$ ,  $b_3$ ,  $c_3$  va  $d_3$  nuqtalar hosil bo'ladi.

Agar suvning qaynash nuqtalari  $b_1$ ,  $b_2$  va  $b_3$  ni o'zaro birlashtirsak, suyuqlikning chegara egri chizig'i AK hosil bo'ladi. AK chiziqning istalgan nuqtasida bug' saqlami  $x=0$  bo'ladi.

Agar  $S_1$ ,  $S_2$  va  $S_3$  nuqtalarini o'zaro tutashtirsak, bug'ning chegara egri chizig'i VK hosil bo'ladi. Bu R va  $\rho$  ning istalgan qiymatlarida bug' saqlami  $x=1$  bo'ladigan chiziqdir.

AK va VK egri chiziqlar diagrammani quyidagi uch sohaga bo'ladi: AK va VK chegara egri chiziqlar orasidagi to'yingan bug' sohasi; VK egri chiziqdan o'ngroqda va K nuqtadan yuqorida joylashgan, o'ta qizigan bug' sohasi;

AK egri chiziqdan chapda joylashgan suyuqlik sohasi.

AK va VK chegara egri chiziqlar tutashadigan K nuqta **kritik nuqta** deyiladi. Bu nuqtada suyuqlik bilan uning to'yingan bug'i orasidagi farq yo'qoladi, ya'ni modda gaz va suyuq jismlarning xossalari ega bo'ladi.

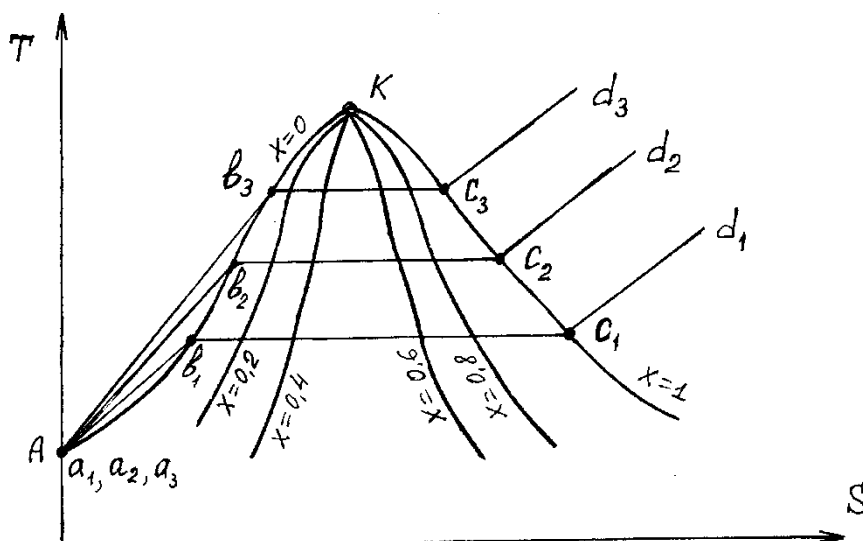
Suv bug'i uchun kritik parametrlar quyidagicha:  $t = 374,12$  °C  
 $\rho_k = 0,003147$  m<sup>3</sup> / kg ;  $P_k = 22,1145$  MPa;  $i_k = 2095,2$  kDj/kg;  $S_k = 4,424$  kDj/  
K<sup>2</sup> · K

### 3 Suv bug'ining TS va IS –diagrammasi

TS - diagrammada protsess egri chizig'ining ostidagi yuza bilan, jismga berilgan yoki undan olingan issiqlik miqdori aniqlanadi.

2.-rasmda suv bug'ining TS - diagrammasi tasvirlangan. Bug'lanish protsessining Rv - diagrammasidagi har bir nuqtasini TS - diagrammasiga ko'chiramiz.

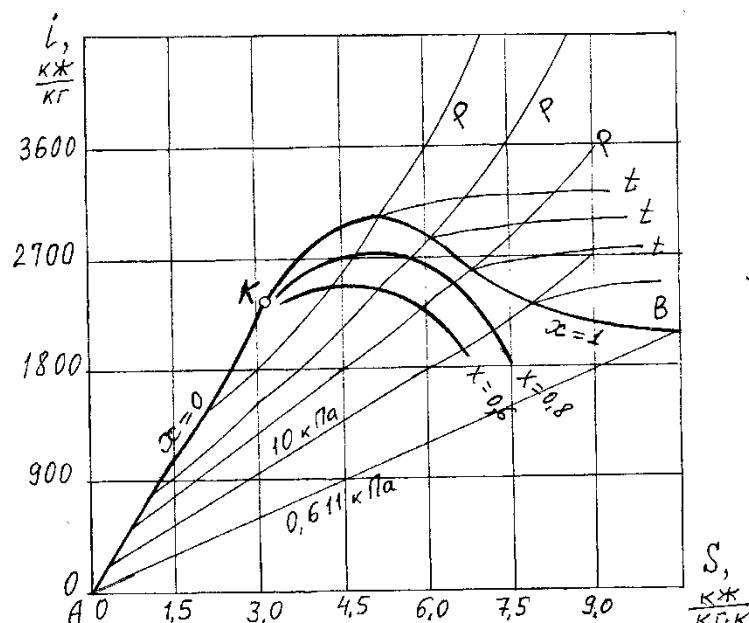
TS- diagramma termodinamik protsesslar va tsikllarni tekshirishda, ya'ni protsessdagi issiqlik miqdori va qaytar tsikllarda ish miqdorini topishda keng qo'llaniladi. Bundan tashqari TS- diagrammada temperatura o'zgarishini aniq ko'rish mumkin. Diagrammaning noqulayligi shundan iboratki, issiqlik miqdorini aniqlash uchun har gal tegishli yuzalarni hisoblab chiqib topishga to'g'ri keladi.



2 - rasm.

Agar entropiya diagrammasining ordinatalari o'qiga entalpiya qiymatlari qo'yilsa, u holda  $S=\text{const}$  bo'lgandagi ish va  $P=\text{const}$  bo'lgandagi issiqlik miqdori Ts -diagrammadagidek yuzalar bilan emas, balki chiziq kesmalari bilan tasvirlanadi.

Bug' protsesslari va tsikllarini termodinamikaviy tekshirish hamda hisoblashda i-s diagrammadan foydalanish hisoblash metodikasini ancha soddalashtiradi.



**3 -rasm.**

3.- rasmda suv bug'i uchun - is diagramma sxema tarzida ko'rsatilgan

Termodinamikada  $0^0$  S temperaturadagi entropiya va entalpiya shartli ravishda nolga teng deb hisoblanadi. Bu holat is- diagrammada koordinatalar boshi bilan tasvirlanadi.

Suvning AK va bug'ning VK egri chiziqlari kritik nuqta K da tutashib diagrammani ikki sohaga bo'ladi. Bu egri chiziqlardan yuqorida o'ta qizigan bug' sohasi, pastda esa to'yingan nam bug' sohasi joylashgan.

To'yinish sohasidagi izobaralar nolb nuqtadan boshlanib, bosim qanchalik katta bo'lsa, izobaralar shunchalik yuqorida joylashadi.

O'ta qizigan bug' sohasida yuqoridagi chegara egri chiziqda izobara va izotermalar bir-biridan ajraladi.

### **Nazorat savollari:**

1. Bug'lanish jarayoni.
2. Bu g'larning turlari.
3. Bu g'ning quruqlik darajasi.
4. Suv bu g'ining P $\vartheta$  va TS – diagrammalari.
5. Suv bu g'ining parametrlari.
6. Suv bu g'ining is – diagrammasi.

7. Kritik nuqta nima ?
8. Qaynash.
9. Bosimni bu g'lanish jarayoniga ta'siri.
10. Ts va is – diagrammalarda issiqlikni aniqlash.

### **Tayanch iboralar**

Bu g'lanish, qaynash, kondensatsiya, to'yingan bu g', quruq bu g', nam bug', bu g' saqlami, bu g'ning namlik darajasi, o'ta qizigan bu g', kritik nuqta, nam havo, absalyut namlik, nisbiy namlik, nam saqlami.

### **Adabiyotlar**

1. Нашокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача М., 1980. 162-173 б.
2. Черняк О.В. Теплотехника ва гидравлика асослари. Тошкент, 1997 й. 124-137 б.
3. Асраев Р.А., Эфендиев А.М., Сафаров Р.Т. Иссиқлик техникаси. Бухоро 2001 й. 56-65 б.

