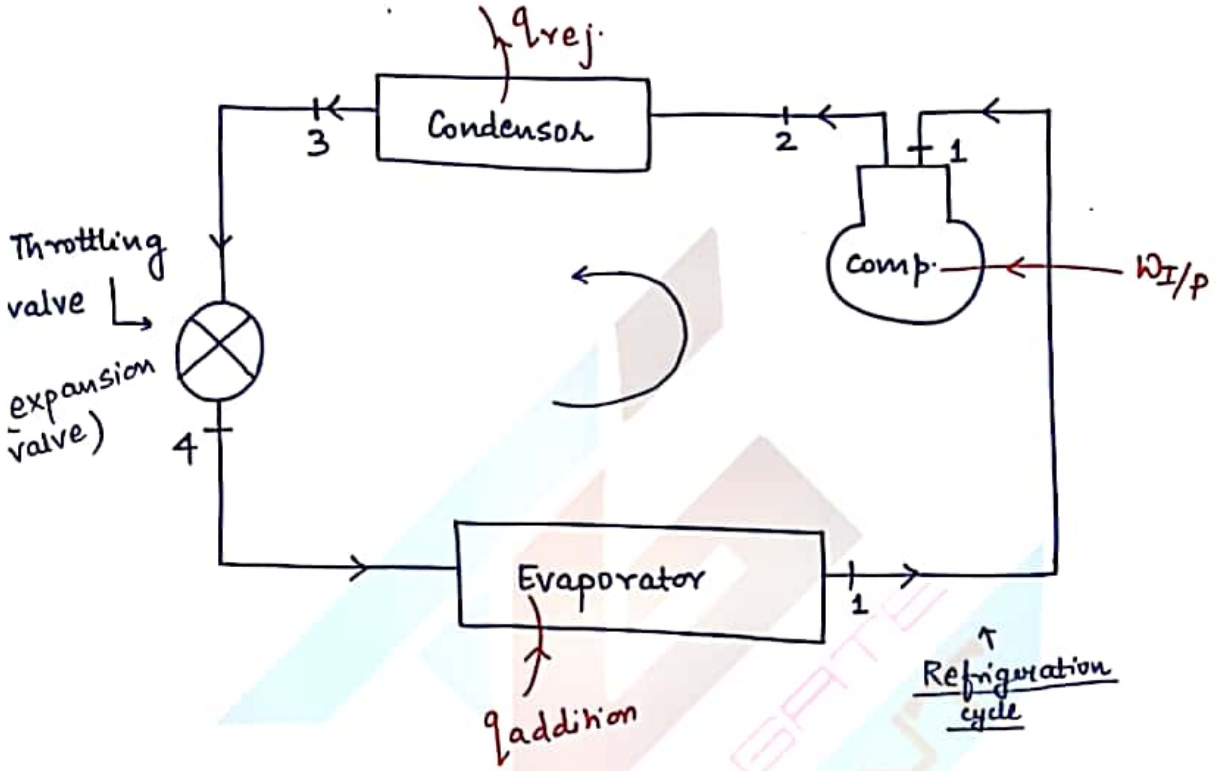
* Vapour Compression Refrigeration System :-



1 → 2 → isentropic compr.

2 → 3 → isobaric heat. rej

3 → 4 → Throttling

4 → 1 → isobaric heat addi.

जब Refrigeration effect complete हुआ

↓

Stage 1

जब evaporator से fluid बाहर निकला तो वो saturated Vapour means 100% phase change करके Vapour बन चुका होगा

⇓

Simple V-C cycle

or

ideal V-C cycle

← ① → sat. vapour

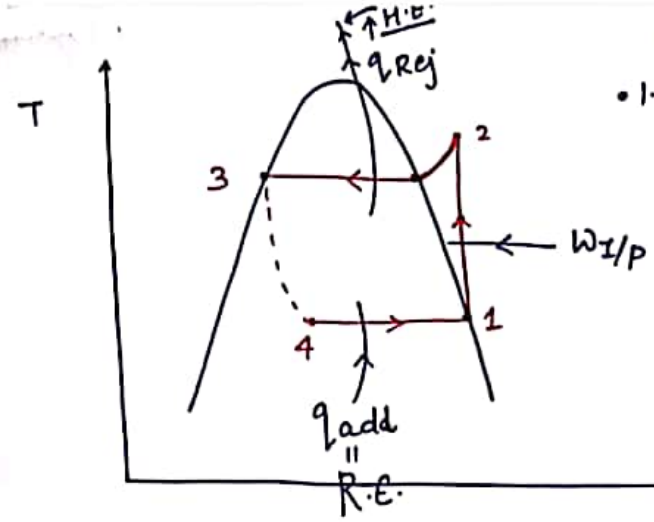
③ → sat. liquid

Stage 3

जब fluid condenser से बाहर निकलेगा तो वो saturated liquid ~~निकलेगा~~ होना चाहिए that is 100% liquid में convert हो जाना चाहिए

This PDF was downloaded from www.thegatehunt.com

Scanned with CamScanner

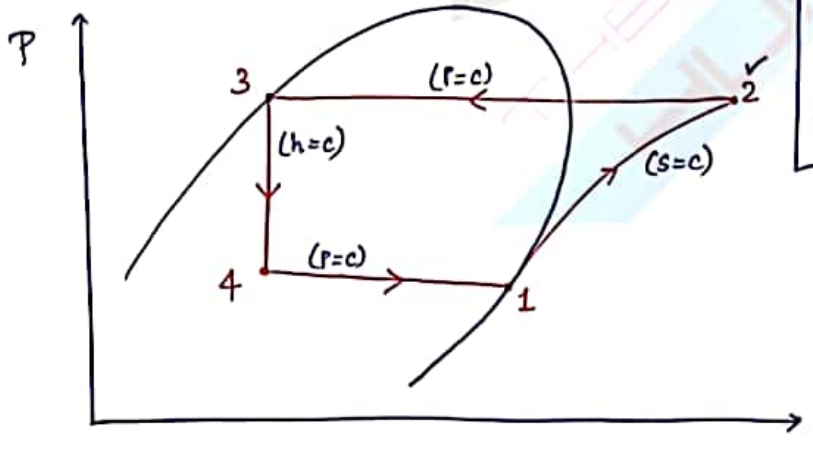


~~2-3-23~~

- 1-2 → S(entropy) constant that is Isentropic compression
- 2-3 → isobaric line → saturation curve → means throughout 2 to 3, our pressure is constant
- 3-4 → process is expansion process, this is an ~~ex~~ isenthalpic process (also known as throttling); dotted lines.

- throttling means हम किसी एक पतले से passage में से fluid को Pass कराते हैं and उसमें Friction के कारण उसका Pressure loss होने लगता है and इस process में enthalpy constant रहती है और यह enthalpic process न कि Isentropic process तो इसमें entropy में change आ रहा है.

- इसको Dotted से इसलिए बताया है क्योंकि यह irreversible process है, हमें नहीं पता कि इस Process का exact curve कैसे draw होगा but हमें 3 और 4 stages पता हैं इसलिए हम इसे Dotted line से Join कर देंगे।



$$\cancel{Tds}^{\,0} = dh - vdP$$

$$dh = vdP$$

$$\left(\frac{dP}{dh}\right)_s = \frac{1}{v} = \rho \uparrow$$

h ← property so no dotted line

- ~~4-1 → evaporation effect मिल रहा है हमें~~
  ↳ evaporation process → इसमें हमें ~~का~~ cooling effect मिल रहा है जिस space को हमें ठंडा करना है, तो हमारा जो fluid है जो Heat gain कर रहा है that is Heat add कर रहा है अपने अंदर वो 4-1 वाले process में add कर रहा है

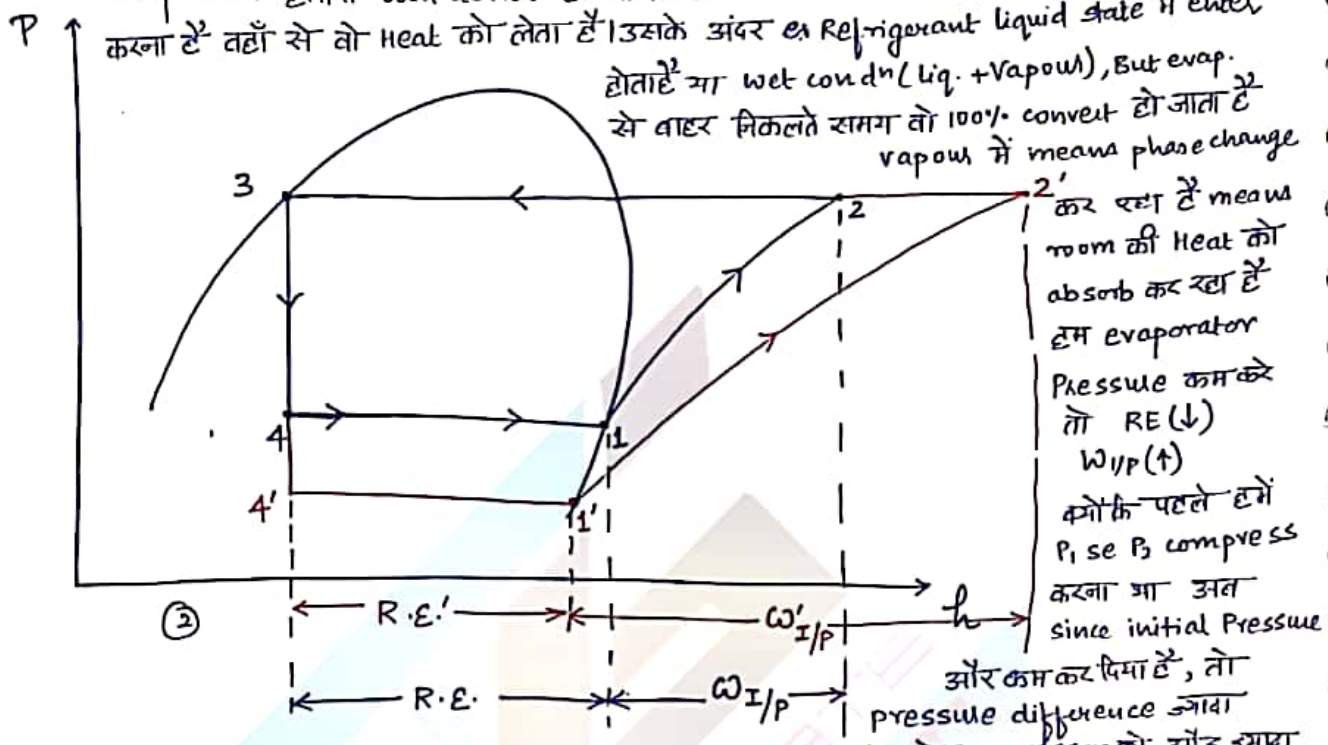
- 4-1 → Process for evaporator

Effect of variation of properties on the performance of V.C. cycle :-

① Decrease in Evaporator Pressure :- $P_{evap}\downarrow$

evaporator हमारी cool device है जो कि हमारे पास जो SPACE है जिसको हमे ठंडा करना है वहाँ से वो Heat को लेता है। उसके अंदर Refrigerant liquid state में enter होता है या wet condⁿ (liq. + vapour), But evap. से बाहर निकलते समय वो 100% convert हो जाता है vapour में means phase change कर रहा है means room की Heat को absorb कर रहा है

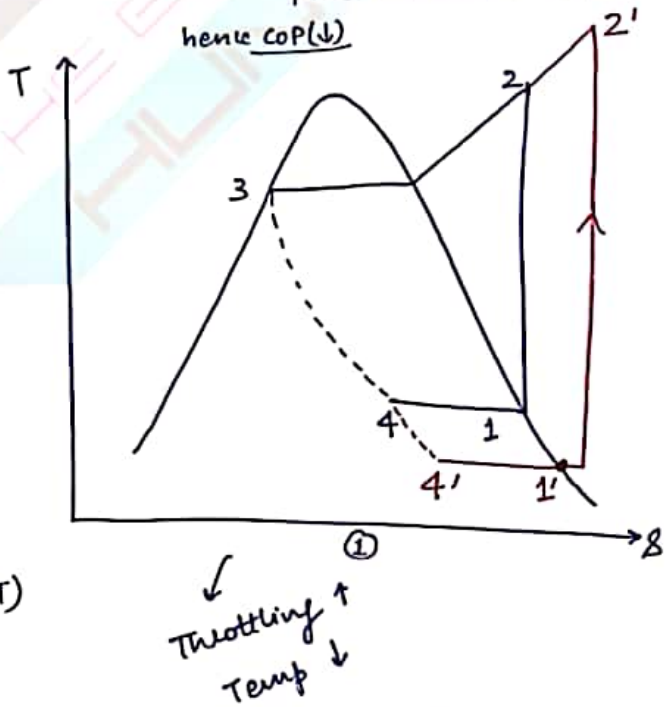
हम evaporator Pressure कम करे तो RE (↓) $\omega_{I/P}$ (↑) क्योंकि पहले हमें P_1 se P_3 compress करना था अब since initial Pressure और कम कर दिया है, तो pressure difference ज्यादा create कर दिया, तो compressor को और ज्यादा power देना होगा so $\omega_{I/P}$(↑) hence COP(↓)



(i) R.E. ↓

(ii) $\omega_{I/P}\uparrow$

(iii) $\downarrow COP = \dfrac{R.E.\downarrow}{\omega_{I/P}\uparrow}$

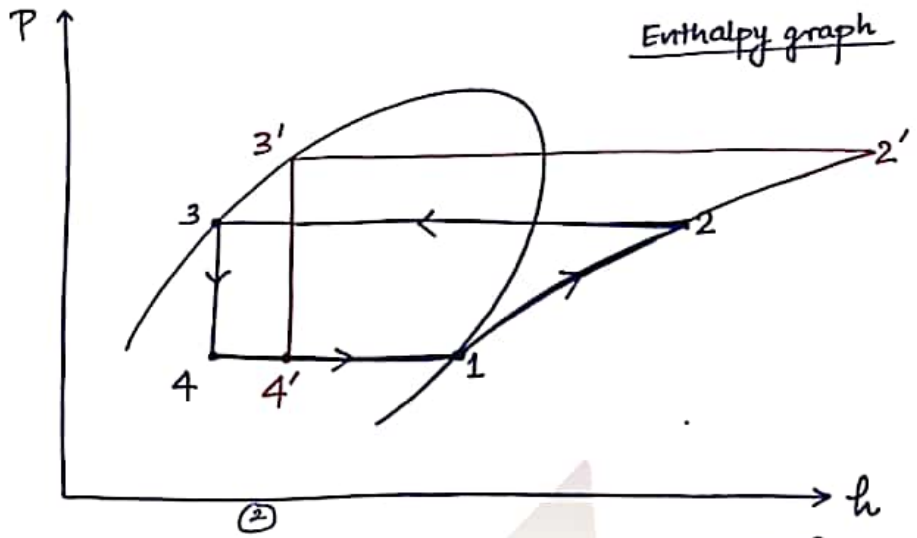


(iv) $\downarrow \eta_v = 1 + c - c\left[\dfrac{P_2}{P_1\downarrow}\right]^{1/n}$

so evaporator pressure should be kept high → पर (तो Phase change ही नहीं होगा)
⇓
fluid must get evaporated
↳ (agar fluid evaporate नहीं हुआ तो RE ही नहीं होगा)

↙ Throttling ↑
Temp ↓

(II) Increasing Condenser pressure :-



(2)

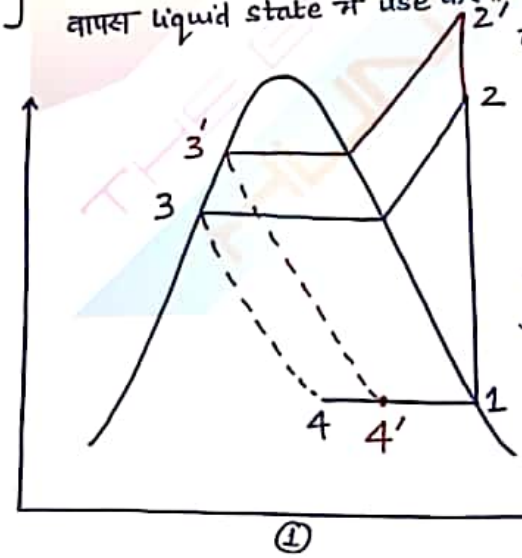
(1) R.E. (↓)

(2) $W_{I/P}$ (↑)

(3) (↓↓) COP $= \frac{RE(\downarrow)}{W_{I/P}(\uparrow)}$

(4) (↓) $\eta_v = 1 + c - c\left\{\frac{P_2(\uparrow)}{P_1}\right\}^{1/n}$

• condensor का काम → हमारे पास जो भी Refrigerant Vapour state में है जिसका Pressure हमने बढ़ा रखा है already compress करके (compression से). अब Pressure बढ़ाने से होता क्या है कि उसका Saturation temperature है उसकी value भी बढ़ जाती है, इसका मतलब जो vapour lower pressure पे vapour state में था (Refrigerant मेरा), अब वो higher pressure में जाके liquid state में convert हो सकता है. तो condensor का काम उसका Phase change करा के उसे वापस liquid state में लाना है क्योंकि हमें इस Refrigerant को वापस liquid state में use करना है. so हमने condenser का pressure increase कर दिया.



So new constant pressure line 2', RE(↓)

Fridge जिस desired output के लिए बनाया जो ही कम होने लगेगा and $W_{I/P}$(↑) COP(↓)

Entropy graph →

(1)

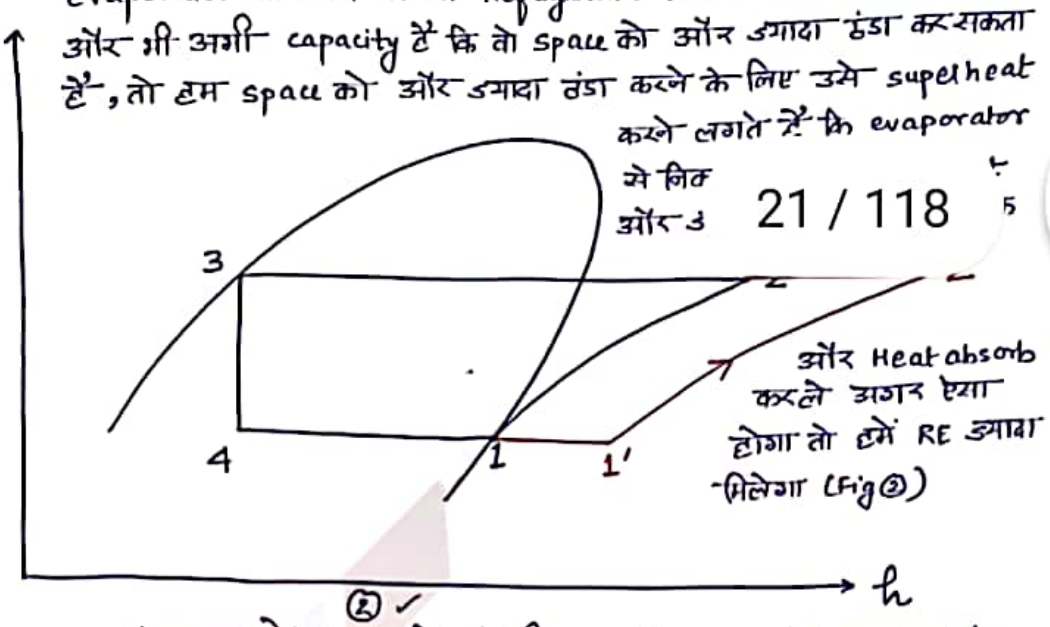
even COP(↓), पर हमें ऐसा करना पड़ता है क्योंकि हमें हमारे Refrigerant को liquid state में convert कराना होता है। और agar कराना है तो उसका saturation tempr. को बढ़ाना होगा।

Note :- The evaporator Pressure and condenser pressure depends on the evaporator and condensor temperatures, which intum depends on ambient tempr. and tempr. of refrigerated space.

Scanned with CamScanner

③ Superheating of Vapour in the evaporator :-

evaporator के end में जो Refrigerant निकल रहा है since इसमें और भी अभी capacity है कि वो space को और ज्यादा ठंडा कर सकता है, तो हम space को और ज्यादा ठंडा करने के लिए उसे superheat करने लगते हैं कि evaporator से निक... और ...



और Heat absorb करले अगर ऐसा होगा तो हमें RE ज्यादा मिलेगा (Fig ②)

② ✓

ⓐ R.E. ↑

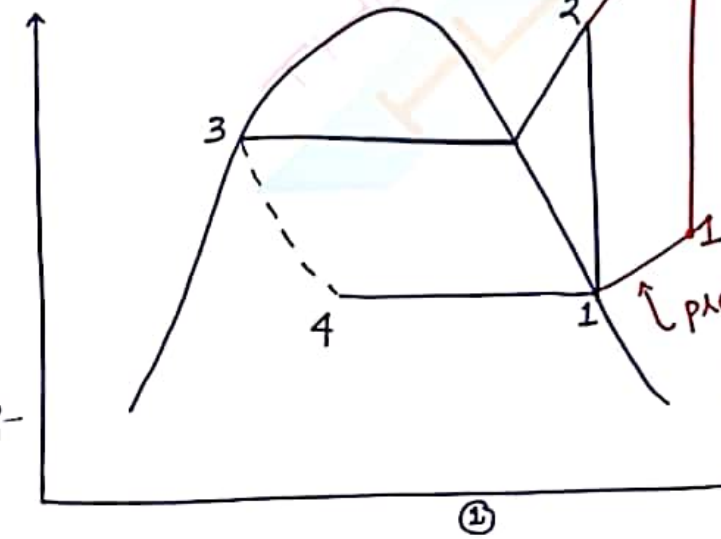
ⓑ $\omega_{I/P}$ ↑

ⓒ $COP = \frac{RE \uparrow}{\omega_{I/P} \uparrow}$

ⓓ $\eta_v = 1 + C - C\left\{\frac{P_2}{P_1}\right\}^{1/n}$ → same

since पहले 4 to 1 में जैसे ही vapour condn. में आया हम तुरंत उसे compressor में भेज देते थे, अब हम उसे थोड़ी देर और उसको evaporator में ही रखते हैं ताकि वो space से थोड़ा और Heat को absorb करे, खुद का Temperature थोड़ा बढ़ा लेगा इस Process में, साथ ही साथ हमारा workdone भी बढ़ जाता है → why? Workdone बढ़ने का कारण यह है कि जब वो vapour और ज्यादा superheat होने लगता है, जैसे जैसे वो superheat होता है उसका specific volume उसका increase होता रहता है, तो compressor को और ज्यादा work करना पड़ेगा उस specific volume का pressure increase करने के लिए so $W_{I/P}$ (↑) & also RE (↑) so COP ↑↓

①



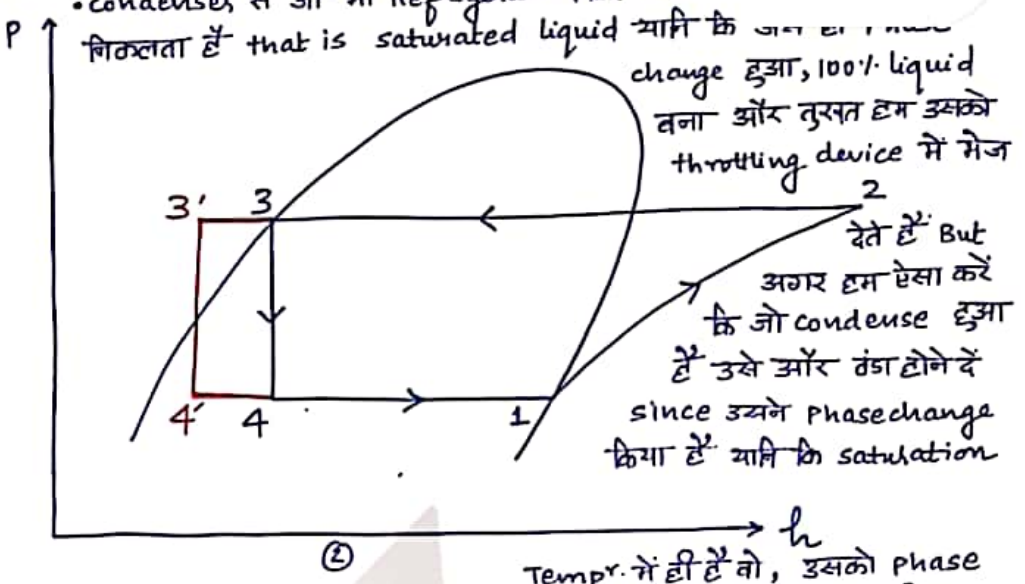
Particular फायदा superheating का यह है कि हमारा space और ज्यादा ठंडा होने लगता है means capacity और बढ़ जाती है

Scanned with CamScanner

④ Subcooling of liquid Refrigerant in Condenser

• condenser से जो भी Refrigerant निकलता है निकलता है that is saturated liquid यानि कि जब इसका Phase change हुआ, 100% liquid बना और तुरन्त हम उसको throttling device में भेज देते हैं But अगर हम ऐसा करें कि जो condense हुआ है उसे और ठंडा होने दें since उसने Phase change किया है यानि कि saturation Tempr. में ही है तो, उसको phase change हुआ, हमने उसे और देर condenser में ही घुमाया और condenser मे और और घुमने से उसका Temperature कम होगा और उसके बाद उसे हम throttling device में भेजा → इससे फायदा यह होगा कि हमारा जो Refrigerant का Tempr. कम होने से throttling के बाद उसकी जो enthalpy और भी कम आएगी तो overall enthalpy का difference बढ़ने लगता है तो जो RE (4 to 1) था अब RE (4' to 1) so RE ↑ and no extra work since compressure को 2 same press से compress करना है so Wi/p → no change so COP ↑

100% Performance ↑ जब भी subcooling

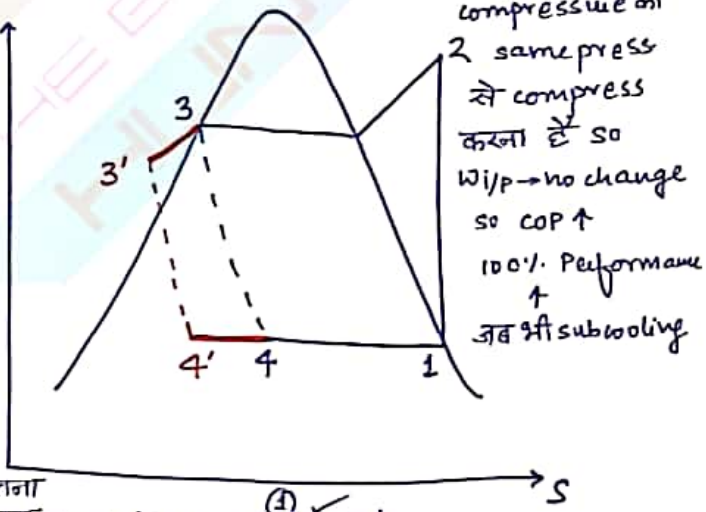


① R.E. ↑

② $w_{I/P}$ → Same

③ ↑COP = $\frac{R.E.}{w_{I/P}}$ → ↑

④ $\eta_v = 1 + C - C\left[\frac{P_2}{P_1}\right]^{1/n}$ → same



• Limitation → can cool upto ambient only (gen.)

condensor में Phase change के बाद और ठंडा कर रहे हैं पर वो heat exchange ambient के साथ तब तक करेगा जब तक वो ambient के equilibrium में न आ जाए, जैसे ही eqm. में आया → heat exchange बंद और वो limit हो गयी, इसके आगे subcool नहीं कर सकते। → Condenser की coils को extended बनाते हैं ताकि जितना भी Refr. pass हो रहा है वो कुछ amount subcool हो जाए।

Note :- ⓐ In case ③, both Refrigeration effect & $w_{I/P}$ ↑, hence COP may ↑, ↓ or remain constant. In case of R_{12} and R_{134a} COP ↑ with superheating whereas for $R22$ and NH_3, COP ↓ with superheating.

Scanned with CamScanner