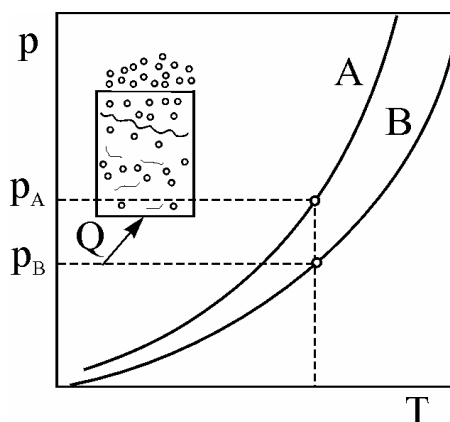


## ДЕСТИЛАЦИЈА И РЕКТИФИКАЦИЈА

Под појмом дестилација по правилу се подразумева операција која се изводи са течнојом смешом ради потпуног или делимичног раздвајања његових састојака. Тако се на пример дестилацијом тврде воде добија дестилована вода или дестилацијом слане (морске) воде може се добити питка вода. У овим случајевима се испарљиви састојак смеше потпуно одвојио од неиспарљивог састојка (соли). Дестилацијом вишекомпонентних смеша настаје више дестилата у различитим температурним интервалима. Ако се ти дестилати хватају одвојено добијају се различите фракције дестилата које су обogaћене појединим састојцима. У овом случају реч је о фракционој дестилацији. Овде је важно напоменути да потпуно раздвајање испарљивих састојака течне смеше дестилацијом није могуће. Делимично обновљеним испаравањем и кондензовањем већ добијених фракција дестилата постиже се потпуније раздвајање на састојке различитих испарљивости, а такав поступак се назива ректификација.

Теорија операције дестилације може да се размотри на најједноставнијем бинарном систему који се састоји од две течне компоненте А и В при чему је компонента А лакше испарљива односно има нижу тачку кључања (слика 1). Повећањем температуре оваквог бинарног (двокомпонентног) система из њега ће се у парну фазу издвајати пропорционално већа количина молекула испарљивије компоненте А у односу на теже испарљиву компоненту. Између молекула су јаче изражене међумолекулске силе. Због тога је и равнотежни напон пара компоненте А на истој температури већи од равнотежног напона пара компоненте В.

Код процеса као што су дестилација, ректификација, сушење, растварање, испаравање и кристализација истовремено су наглашени феномени преноса масе и топлоте.



Слика 1. Стање бинарног система течних компоненти различитих испарљивости

Парна фаза која настаје, богатија је молекулима компоненте А у односу на течну фазу, због већег напона паре компоненте А:

$$P_A > P_B$$

Ако се претпостави да за смешу пара важи Далтонов закон према коме је укупни притисак система одређене запремине на одређеној температури једнак збиру парцијалних притисака компонената парне смеше, може се писати:

$$P_{uk} = P_A + P_B$$

Процес дестилације се састоји у превођењу једне или више компонената некесмеше из течне у парну фазу, и њиховом кондензовању, при чему је од основног значаја познавање основних закона равнотеже између течне и парне фазе. У већини случајева за приближне прорачуне могу се применити закони идеалног стања. Хенријев (Henry) закон даје функционалну везу парцијалног притиска и молског удела компоненте у течној фази:

$$p_A = k \times x_A$$

Парцијални притисак компоненте у гасовитој фази пропорционалан је молском уделу те компоненте у течној фази. Према Рауловом (Raoult) закону парцијални притисак компоненте гасовите смеше једнак је производу равнотежног притиска компоненте и њеног молског удела:

$$p_A = P_A \times X_A ; p_B = P_B \times X_B .)$$

За смешу пара важи Далтонов закон према коме је укупни притисак парне смеше одређене запремине на одређеној температури једнак збир парцијалних притисака компонената парне смеше:

$$P_{uk} = p_A + p_B$$

За идеалне гасове важи Клаузиус-Клапејронова једначина:

$$p_A \times V = n_A RT ; p_B \times V = n_B RT,$$

па је однос парцијалних притисака компоненти гасовите смеше:

$$\frac{p_A}{p_B} = \frac{n_A}{n_B}$$

Састав течне двокомпонентне фазе изражава се молским уделима:

$$X_A = \frac{n_A}{n_A + n_B} \leq 1$$

а такав однос важи и за гасовиту фазу:

$$y_A = \frac{n_A}{n_A + n_B} \leq 1$$

Како исти изрази важе и за компоненте смеше то је за 1 мол течне смеше:

$$X_A + X_B = 1.$$

На основу Далтоновог и Хенријевог закона произилази да је:

$$P_{uk} = p_A + p_B = P_A X_A + P_B (1 - X_A), \text{ одакле је: },$$

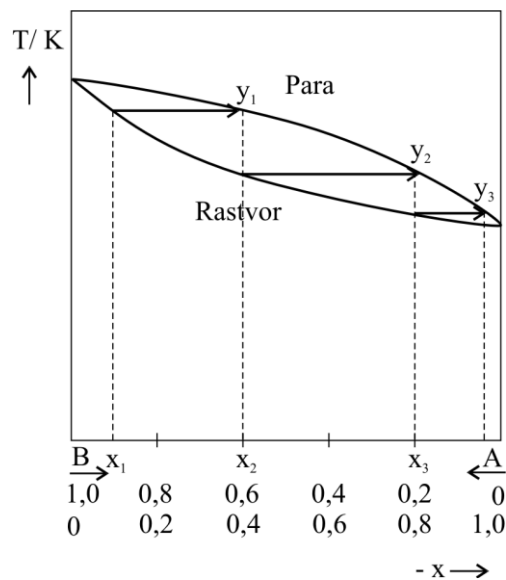
$$X_A = \frac{P_{uk} - P_B}{P_A - P_B},$$

$$y_A = \frac{n_A}{n_A + n_B}; y_A = \frac{p_A}{p_A + p_B} = \frac{P_A X_A}{P_{uk}} = \frac{P_A}{P_{uk}} \cdot X_A$$

Повезујући ова два израза добија се:

$$y_A = \frac{P_A}{P_{uk}} \cdot \frac{P_{uk} - P_B}{P_A - P_B}$$

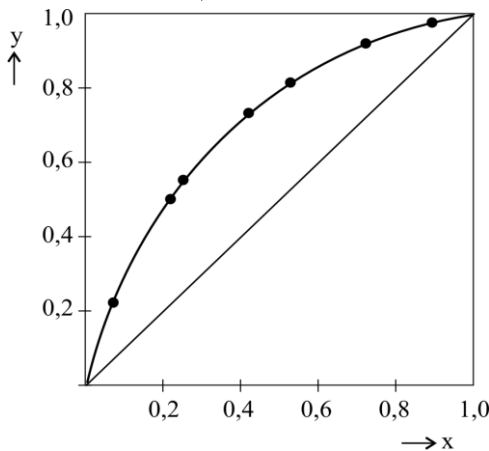
Испаравањем течне смеше и кондензовањем насталих пара изводи седестилација при чему се добија дестилат (производ) богатији компонентом санижом температуром кључања.



Слика 2. Дијаграмсастав -температура (x, T)

Дијаграм састав – температура приказан је на слици 2. На дијаграму лево на почетку апсцисе је чиста компонента (100% B), а десно на крају апсцисе чиста (100% A) лакше испарљива компонента. Идући од  $x_1$  до  $x_2$  добија се пара сиромашнија

компонентом В, а богатија компонентом А. Пошто свакој тачки  $x$  одговара нека вредност  $y$  за дату температуру, то омогућава конструисање равнотежног дестилационог дијаграма  $(x, y)$ , који је приказан на слици 3.



Слика 3. Равнотежни дијаграм дестилације  $(x, y)$

Обична или диференцијална дестилација изводи се испаравањем течне смеше и кондензовањем насталих пара при чему се диференцијално мења састав течности и пара (кондензата).

### Дестилација воденом паром и дестилација у струји инертног гаса

Ако је температура кључања течне смеше висока, тада обична дестилација постаје неекономична и непрактична, због тога што се за грејање мора користити пара високог притиска или отворени пламен. Температура дестилације у неким случајевима може се снижити применом вакуума (вакуум - дестилација). Такав поступак захтева сложенију и скупљу апаратуру, па се температура дестилације најчешће снижава, тако што се пари течности која дестилише додаје пара неке друге течности или инертног гаса.

Како је укупни притисак једнак суми парцијалних притисака додате паре (гаса) и паре течности која дестилише, то се смањењем удела дестиловане компоненте у парној фази а самим тим и удела њеног парцијалног притиска у укупном притиску, постиже да течност испарава на температури која одговара датом укупном притиску, као да се налази сама под укупним притиском, који је једнак њеном парцијалном притиску у смеси пара, тј. као да испарава у вакууму који одговара разлици укупног и њеног парцијалног притиска.

Када течност која дестилише, садржи тако мало неиспарљивих онечишћења да се састав течности и парцијални притисак њене паре могу сматрати константним, тада је однос броја мола дате паре и броја мола испарене дестиловане течности једнак односу парцијалних притисака састојака паре:

$$\frac{Np}{NA' - NA''} = \frac{pp}{pA} = \frac{Puk - pA}{pA}$$

где су:  $N$  (=) mol, број мола;

$p(=) P_A$ , парцијални притисак;

$P_{uk}(=) P_A$ , укупни притисак.

Индекси  $p$  и  $A$  односе се на додату пару и дестиловану течност, а цртице (') и (") означавају почетак и крај дестилације.

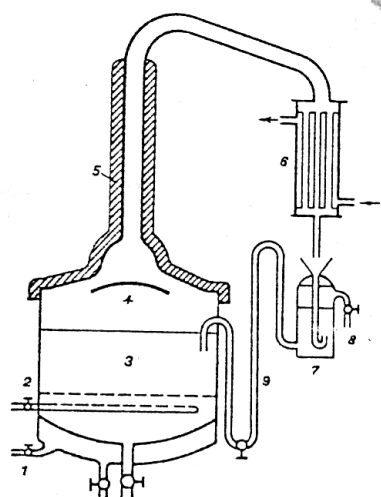
Маса паре или гаса коју треба додати за испаравање јединице масе течнесмеше једнака је:

$$\frac{m_p}{m_A} = \frac{P_{uk}-p_A}{p_A} \cdot \frac{M_p}{M_A}$$

$m_A(=) \text{kg}$ , маса течне смеше

$M(=) \text{kg/kmol}$ , молска маса .

Количина паре или гаса коју треба додати већа је што је виши притисак, што је мањи парцијални притисак настале паре, то јест што је течна смеша теже испарљива и што треба да буде нижа температура дестилације, и што је већи однос молских маса додате паре и дестиловане течности. Апаратура за извођење дестилације са воденом паром приказана је на слици 4.



- 1-довод засићене паре,
- 2-довод прегрејане паре,
- 3-биљни материјал у води,
- 4-дефлектор капљица,
- 5-изолација,
- 6-кондензатор,
- 7-флорентинска боца,
- 8-излаз уља,
- 9-аутоматско враћање воде у котлоу,
- 10-испуст

Слика 4. Апарат за добијање етеричног уља помоћу дестилације воденом паром.

Недостаци дестилације воденом паром, као што су велика потрошња воденепаре, велика потрошња расхладне воде за кондензацију, влажност дестилата, губици дестилата услед растварања у води као и хемијско деловање водене паре на дестилат, могу се избећи ако се за снижење парцијалног притиска компоненте која дестилише уместо водене паре уводи инертни гас (дестилација инертним гасом).

## ДЕСТИЛАЦИЈА

Појам “дестилација” често се употребљава у случају када треба упарити једну компоненту из једног раствара, на пример добијање дестиловане воде. Уопште се под појмом дестилација у техници подразумева само она операција којом испаравање једне

течнсмесе даје пару која садржи неколико компонената, а сврха те операције је да се једна или више тих компоненти добије у концентрованијем облику.

Дакле, занима нас само оно што излази, што испарава. Под упаравањем обично подразумевамо уклањање воде из водених раствора неиспарљивих материја (занима нас оно што остаје).

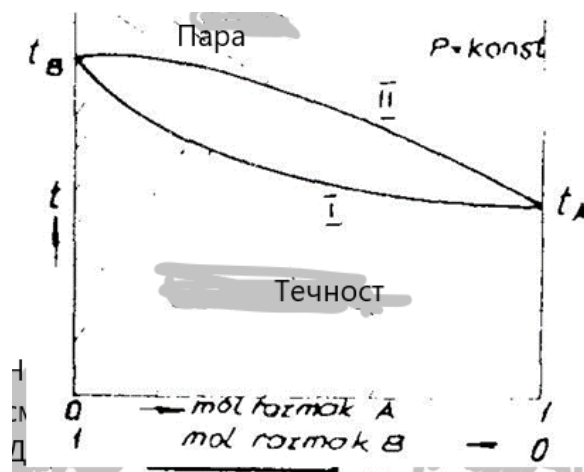
Дестилација се примењује за сепарацију једне или више компоненти из смеша органских једињења уз услов да компоненте имају различиту тачку кључања. Постоје и индустријски важни случајеви примене дестилације у неорганској технологији (раздвајање састојака ваздуха отечњавањем и дестилацијом, добијање амонијака из амонијачних вода).

За раздвајање компонената дестилацијом основна је претпоставка да је састав пара различит од састава течнсмеше. Теоретски се дестилацијом не може добити једна компонента апсолутно чиста.

## УТИЦАЈ НАПОНА ПАРЕ КОД ДЕСТИЛАЦИЈЕ

Основни подаци за сваку дестилацију су подаци о равнотежи између течне и парне фазе система који треба да седестиљује (различит је састав парне и течне фазе). Разматраће се бинаран систем, тј. Систем који се састоји само од две компоненте. Обе компоненте су испарљиве (једна више, друга мање). У дијаграмима стања се налазе подаци о кључању њихове смеше.

Слика 5 приказује дијаграм кључања и равнотежног састава, код константног притиска, свих могућих мешавина течности А, тачке кључања  $t_A$  и течности В, тачке кључања  $t_B$ . Види се да је течност А лакше испарљива. Пошто се састав паре разликује од састава течности, код сваке температуре кључања смеше постоје две апсцисе, од којих једна представља састав течности, а друга састав паре. Ако се споје све тачке које одређују састав паре код разних температура кључања смеше добиће секривакондензовања (кондензације) II. Ако се споје све тачке које представљају састав течности, исто тако код разних температура кључања бинарне смеше, добија секрива кључања I. Разумљиво је да код чисте компоненте А или В те две криве улазе једна у другу.



Слика 5. Дијаграм кључања и равнотежног састава

Из дијаграма кључања се види да ће смеша чије је стање (температура – састав) представљена тачком испод криве кључања, бити само у облику течности, док смеша са стањем представљеним тачком изнад криве кондензовања је у облику паре. Подручје између обе криве означава стање састава и температуре при којима не може постојати хомогени систем; смеша којој би тачка пала у то подручје мора се распасти у две фазе (течну и гасовиту).

Доња крива се назива крива кључања, док се горња крива назива крива кондензације. Између ове две криве се налази област влажне паре, то јест двофазно хетерогено парно-течно подручје.

Дијаграм кључања мора се одредити експериментално. Крива ће код различитих притисака изгледати различито. Углавном се дестилација изводи при атмосферском притиску, па је дијаграм кључања код тог притиска погодан за праксу.

У појединим случајевима могуће је криву кључања израчунати у извесним границама, из притиска пара чистих компонената. Израчунавање се заснива на Рауловом закону који гласи: парцијални притисак једне компоненте једнак је моларном уделу ове компоненте помноженом са њеним равнотежним притиском пара код температуре течности. По том закону мења се парцијални притисак компоненте линеарно од нуле до своје пуне вредности, ако се молски удео мења од нуле до један.

$$p_A = P_A \cdot x_A$$

$p_A$  = парцијални притисак компоненте А над смесом

$x_A$  = молски удео компоненте А у смеси, тј молекули компоненте А подељени са укупним бројем молекула у течности

$P_A$  = притисак паре чисте компоненте А код температуре смесе (равнотежни парцијални притисак)

Исто тако

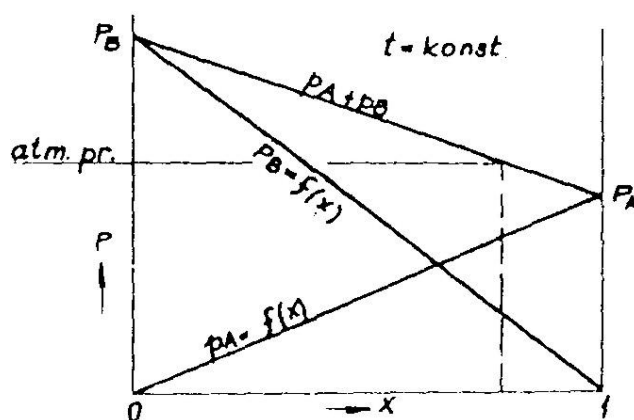
$$p_B = P_B (1 - x_A)$$

$$P_{uk} = p_A + p_B = P_A \cdot x_A + P_B (1 - x_A)$$

Ако се означити са  $y_A$  молски удео компоненте А у пари, биће у једнак количнику парцијалног притиска и укупног притиска ( $x$  и  $y$  код исте температуре)

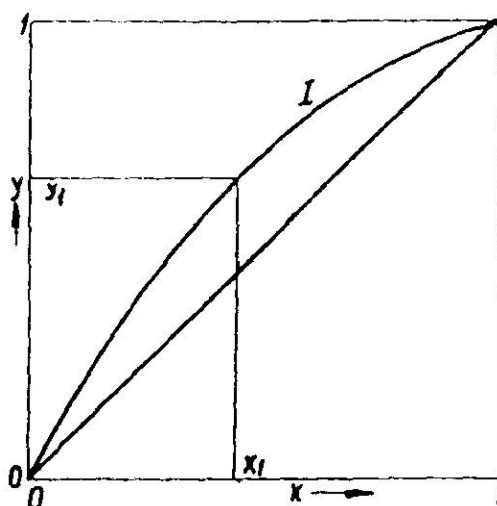
$$y_A = \frac{p_A}{p_A + p_B} = \frac{P_A \cdot x_A}{P_{uk}}$$

Из ових односа долази се до дијаграма напон паре - састав (Слика 6). С обзиром да се зна како до кључања долази када је збир парцијалних притисака једнак атмосферском, треба само спустити нормалу из тачке у којој атмосферски притисак сече линију збира парцијалних притисака, да се добије састав течности која кључа на тој температури. Из више оваквих дијаграма напон пара – састав код разних температура лако се добија дијаграм кључања.



Слика 6. Дијаграм напона паре- састав

У пракси се често користи још један дијаграм изведен из дијаграма кључања. То је дијаграм равнотеже (означен са I) (Слика 7.).



Слика 7. Дијаграм равнотеже

Он даје однос састава паре и течности које су међусобно у равнотежи, при константном притиску.

$x$  = молски удео испарљивије материје А у течности

$y$  = молски удео материје А у пари.

$x$  и  $y$  се уцртавају из дијаграма кључања, а течност састава  $x_1$  је код кључања у равнотежи са паром састава  $y_1$ .

Овакви дијаграми кључања и равнотеже постоје само ако бинарна смеша следи Раоулов закон (за идеалне гасове). Међутим, у пракси смеше одступају од Раоуловог закона, па дијаграми кључања могу добити и компликованији облик као нпр. код азеотропних смеша.. Азеотропне смеше су смеше које код одређених молских удела имају кључање ниже или више од кључања чистих компонената (азеотропне смеше са максималним или минималним кључањем).

Уопште, за дестилацију важи; у дестилату се увек јавља компонента или смеша са најнижом тачком кључања (највиши притисак паре), а у остатку течности са највишом тачком кључања (најнижи притисак паре).

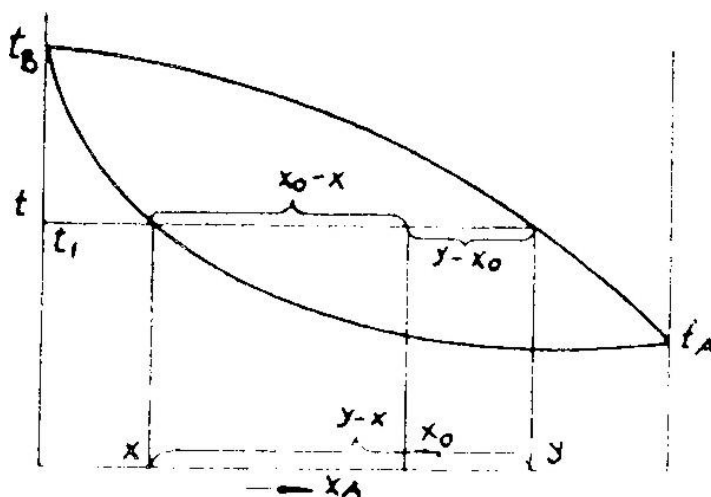
## МЕТОДЕ ДЕСТИЛАЦИЈЕ

Дестилација без дефлегмације се изводи кључањем течне смесе при чему настаје пара која се одводи и кондензује, а да се ништа од тог кондензата не доводи поново у додир са паром у апарату.

Дестилација са дефлегмацијом се карактерише тиме да се један део кондензата поново уводи у апарат, и то тако да тај тзв. рефлукс, флегма) дође у блиски додир са противструјном паром. Ова важна метода је добила име ректификација.

## ДЕСТИЛАЦИЈА БЕЗ ДЕФЛЕГМАЦИЈЕ

а) Равнотежна (затворена) дестилација заснива се на испаравању одређене течности, при чему целокупна течност и створена пара остају у најужем додиру. Пара је у равнотежи с течностима и у таквом стању одлази у кондензатор. Однос између састава течности и састава паре дат је кривом равнотеже. На Слици 8 приказан је један бинарни систем чије су компоненте А и В; где је компонента А лакше испарљива.



Слика 8. Дијаграм кључања раствора

У простору који је окружен кривама кондензовања и кључања не може постојати хомогено стање. Ако се дестилује течност са малом количном испарљивости компоненте А ( $x_0$ ), на температури  $t_1$ , остатак ће садржавати малу количину испарљивости компоненте, а пара велику количину испарљивости компоненте. Према томе, по "правилу полуге", имајући пред собом дијаграм кључања, може се израчунати колико ће се добити паре и са каквим саставом (код дате температуре).

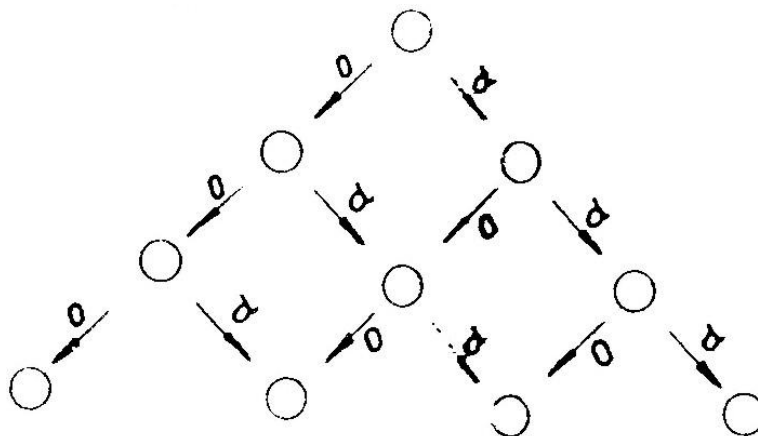
За оптималну температуру код равнотежне дестилације узима се она код које ће бити највећа разлика у саставу остатка и паре. У дијаграму кључања то је она температура, код које постоји, по хоризонтали, највећа удаљеност између криве кондензовања и кључања.

Равнотежна дестилација је од малог интереса за бинарни систем. Она се примењује за системе са више компонената, нпр. код рафинације земног уља где се смеша под притиском загрева у цевним уређајима, притисак се смањује и прегрејана течност нагло испари, код скоро равнотежних услова ("pipestill" процес).

б) Диференцијална (отворена) дестилација – пара се одводи непосредно након испаравања и кондензује. Диференцијална дестилација се изводи у погону одвођењем

одмах настале паре. Иако тај поступак за раздвајање није тако прикладан, још увек се употребљавају ти уређаји (када трошкови инвестиција требају бити ниски), а нарочито тамо где компоненте имају врло различита кључања, а оштро раздвајање није потребно, иако је могуће. Пример су старији уређаји за дестилацију који раде на шаржу. Замењује их све више континуални погон. Овде се убрајају и већина лабораторијских дестилационих уређаја који раде без рефлукса.

ц) Фракциона дестилација – добијање чистих течности (скоро чистих, врло концентрованих) без дефлегмације. Дестилат из првог котла одлази у други котла, дестилује се, дестилат се одводи у трећи котла (дестилација). Ако се пут дестилата обележи са  $d$ , а пут остатка са  $o$ . Лево доле се добија најслабији остатак, а десно доле најјачи дестилат (слика 9).

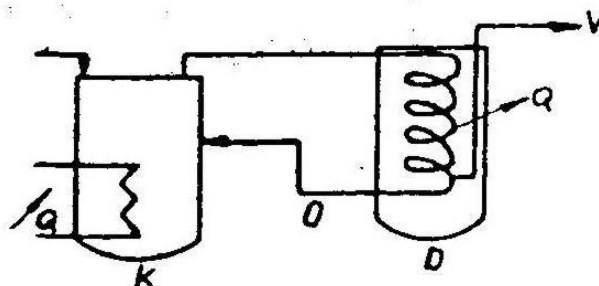


Слика 9. Принцип фракционе дестилације

Тај поступак за добијање чистих течности је врло неекономичан. Утрошак топлоте за толики број дестилација је врло велики, а као крајњи продукт се добије само минимални део од количине испарљивије материје која је била у првом котлу. Фракциона дестилација се користи у лабораторији.

## ДЕСТИЛАЦИЈА СА ДЕФЛЕГМАЦИЈОМ (РЕКТИФИКАЦИЈА)

Концентровани производ се може добити када испари читаву количину течности, па се онда охлади тако да се један део паре кондензује. Понављањем те операције долази се до сличних резултата као са фракционом дестилацијом. И овде је потребна велика количина топлоте. Економично решење је

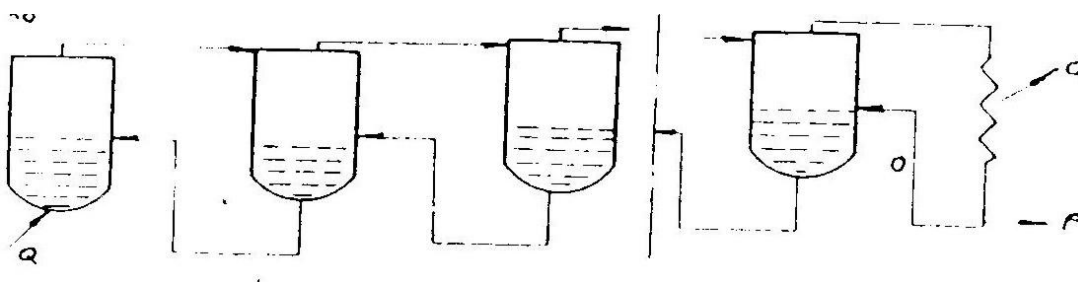


нађено у комбинацији ова два начина.

Слика 10. Котао с дефлегматором

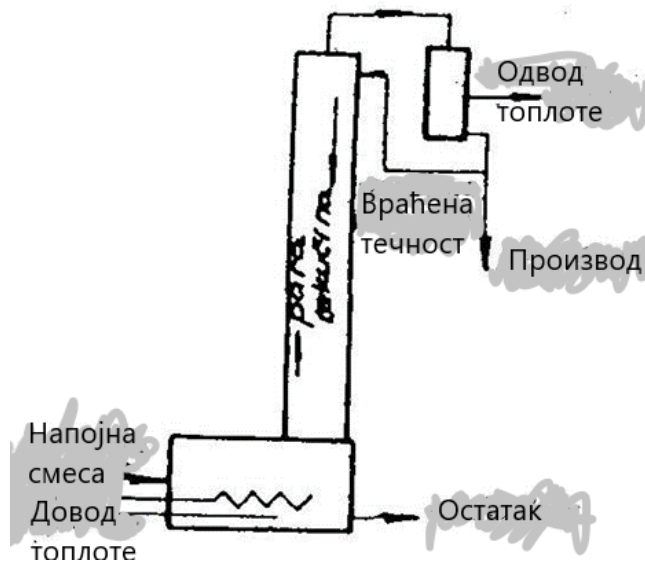
Слика 10 представља котао К са дефлегматором D. У дефлегматору долази до делимичне кондензације. Кондензовани део O, враћа се у котао, а богатија пара В иде као производ у кондензатор (Q = доведена топлоту котлу и одведена топлота у дефлегматору). До уштеде топлоте ће доћи ако се повеже неколико котлова са све нижом температуром. Сваки котао са нижом температуром ће служити оном претходном са вишом температуром као дефлегматор. Ако је разлика температуре између котлова мала није потребно одвојити у другом котлу пару из првог котла (змијастимцевима), јер је онда и разлика у саставима флегме (паре), која се ту ствара и течности која испарава, мала.

Низ котлова, у коме сваки десни, са нижом температуром, служи левом као дефлегматор, изгледа као на Слици 11, где Р представља крајњи продукт. То је уједно и принцип ректификације.



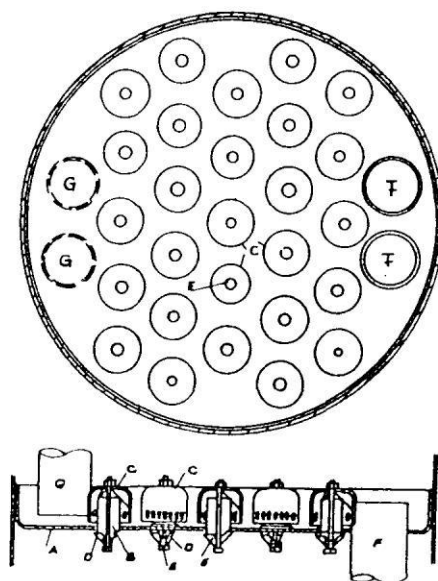
Слика 11. Низ котлова за извођење ректификације

Ректификација је дестилација код које пара, која се пење из котла долази у контакт са делом кондензоване паре претходно добијене у истом котлу. Промена концентрације паре и течности и измена топлоте последица су тог контакта који осигурава веће обогаћење паре испарљивијом компонентом, него што би то био случај код чисте дестилације уз исти утрошак топлоте. У погону је ректификација постигла велику ефикасност. Највише се наилази на ректификационе уређаје код дестилације смеша алкохола и воде, па су и изрази из те индустрије пренети на процесе ректификације уопште. Након дуге и захтевне фракционе дестилације, у погону су се развили уређаји, познатим под називом «колона за ректификацију». То је уређај у који се доводи струјапареу најужи додир с противструјомтечности. На Слици 12 је приказан шематски један такав уређај за дисконтинуалну ректификацију.



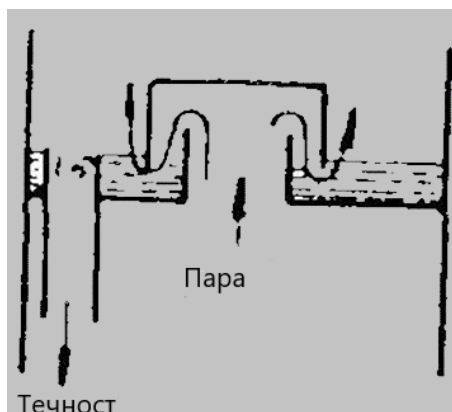
Слика 12 Шема уређаја за дисконтинуалну ректификацију

Доведена топлота из цевног грејача служи за испаравање течности. Пара се кроз колону води горе, излази из ње и потпуно се кондензује. Један део кондензата се као жељени продукт издвоји, а преостали део течности, тзв. **рефлукс**, одведе се поново на врх колоне и струји према доле с течносту која се већ у колони кондензује. Дестилација је завршена кад остатак (цибра) у котлу има одређен састав. У унутрашњости колоне су уграђени уређаји који имају намену да се оствари што бољи контакт између узлазеће паре и остатка који струји према доле. То се најједноставније може постићи пуњењем колоне са комадичастим, инертним материјалом, чиме је створена велика површина за узајамни контакт паре и течности (Рашигови прстенови, Берлова седла). Поред пуњених колона постоје и колоне с уграђеним подовима (слика 13) и звонима, као и колоне са ситима.



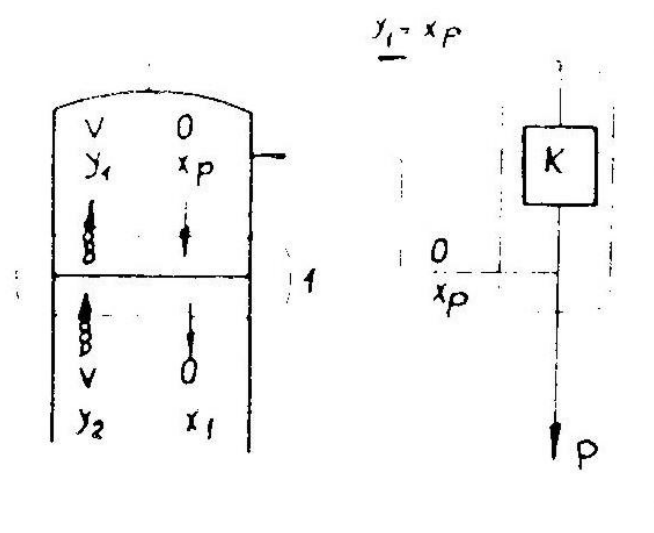
Добар контакт између паре и остатка се најуспешније постиже уградњом подова и звона. Једна таква конструкција приказана је на слици 13.

Колона је подељена бројним хоризонталним подовима А у више делова. Под има «димњаке» покривене звонима С. Ивица звона може бити зубчаста или може имати прорезе. Пара се диже од доњих подова кроз димњаке, иде испод звона и у мехурићима излази кроз прорезе. На подовима се држи слој течности помоћу доводне и одводне цеви G и F, а висина тог слоја течности мора бити толика да звона својим ивицама уроне у течност. Обично се течност наједној страни подова доводи (G), и струји у дијагонали преко подова, а отиче на другој страни кроз F на доњи под. Могу бити постављени разводни лимови између звона који боље раздељују течност и успостављају једноличније струјање. Звона могу бити округла или четвртаста. У великим колонама поставља се понекад више доводних и одводних цеви. Шематски је један такав под приказан на Слици .



Слика Шематски приказ једног подова

За прорачунавање колоне са подовима (израчунавање броја подова) предложено је много метода, нпр. помоћу  $i, x$  – дијаграма. Најједноставнија и довољно тачна метода у пракси је метода по McCabe и Thielu. Практично, погон сваке колоне се може најбоље оценити ако је упоредимо с идеалном колоном. Она се састоји од теоретских (идеалних) подова. Под идеалним подразумевамо подове код кога је испуњен услов да пара која одлази са подова буде у равнотежи с течностју која са тог пода отиче доле. За први под (гледано с врха колоне према доле) важи претпоставка: ако се целокупни дестилат кондензује у кондензатору једнак је састав претека и продукта (Слика .)



Слика Први под ректификационе колоне

Горњи под се карактерише тачком  $(x_p, y=x_p)$  па се прва тачка налази на дијагонали, а процес ректификације приказан је правцем који пролази кроз ту тачку  $(x_p, y=x_p)$  и има нагиб  $\frac{O}{V}$  и називасе погонски правац, а његова једначина (једначина правца кроз једну тачку) гласи

$$y - x_p = \frac{O}{V} (x - x_p)$$

O- број молова претека

V- број молова пара

Xp- молски удео испарљиве компоненте у продукту

Биланс масе, за време када један мол производа излази из уређаја као производ (Слика 9.11.) гласи:

$$V = O + 1$$

Ако се уврсти у горњу једначину даје

$$(y - x_p) \cdot (O + 1) = O \cdot (x - x_p)$$

$$V = \frac{O \cdot x}{O + 1} + \frac{X_p}{O + 1}$$

што је крајњи израз за једначину погонског правца. За  $x = 0$  добије се одсечак на ординати

$$\frac{X_p}{O + 1}$$

### Одређивање броја теоретских подова графичком методом

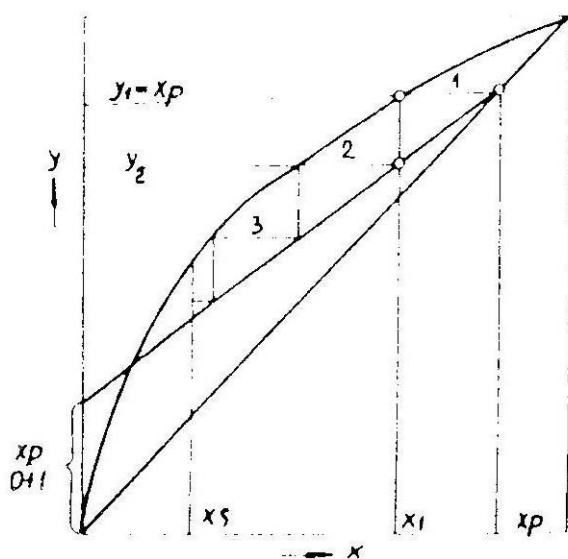
Ако за неку смесу треба спровести континуалну ректификацију тако да се добије производ састава  $x_p$  (удеоиспарљивије компоненте у продукту) може се наћи број потребних идеалних подова графичким путем на овај начин:

1. нацрта се дијагонала под углом од  $45^\circ$  и крива равнотеже
2. обележи се тачка  $(x_p, x_p)$  на дијагонали
3. изабере се  $O$  (претек по једном молу производа) и нанесе на осу ординату

$$\frac{x_p}{O + 1}$$

4. нацрта се горњи погонски правац спајањем тачку  $(x_p, x_p)$  са тачком  $[x = 0, y = \frac{x_0}{O+1}]$
5. са почетку тачки  $(x_p, x_p)$  уцртају се правоугаоне степенице између погонског правца и криве равнотеже, све док једна хоризонтална степеница не дође до или пресече ординату изнад  $x = x_s$ . Број потребних теоретских подова је једнак броју хоризонталних степеница., а у одређеном интервалу концентрације значи број подова који је потребан да се у границама тог интервала концентрације изведераздвајање састојака.

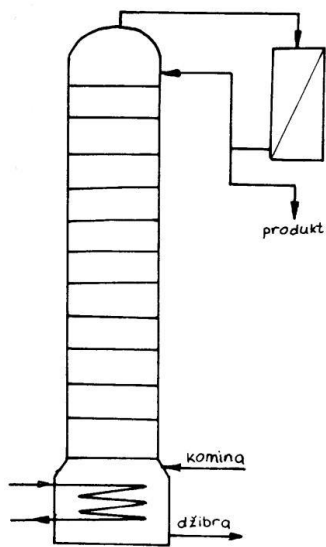
Број идеалних подова бити ће једнак целом броју само у случају ако задња хоризонтала сече криву равнотеже у истој тачки као и линија  $x_s$ . Према томе, број идеалних подова може бити и разломљен број, нпр. 3,3 као на Слици .



Слика Одређивање броја идеалних подова

Погонски правац колоне за појачање(Слика 9.13.) познат је као горњи погонски правац. Са оваквом колоном не можемо истовремено добити чисту мање испарљиву материју, јер је доле у котлу колоне састав хс.

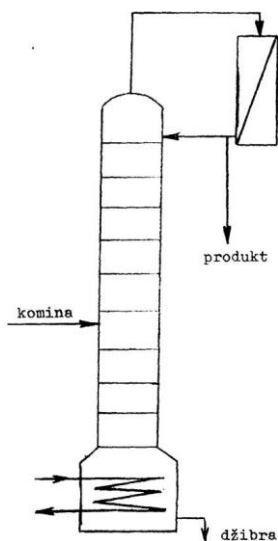
Чисту, мање испарљиву материју можемо добити употребом колоне за појачање (комина се доводи на врху), али у том случају дестилат није чист.



Слика Колона за појачање

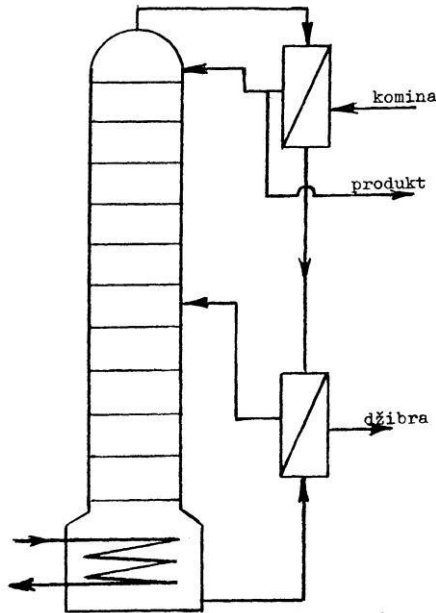
## СПОЈЕНА КОЛОНА

Када желимо истовремено добити врло чисту испарљивију компоненту и врло чисту мање испарљиву компоненту, ректификацију изводимо у спојеној колони. У овом случају се напојнираствор (комина) уводи негде на средини колоне (Слика .)



Слика Спојена колона

Врло често се комина предгрева одлазећом џибром или се хладна комина употребљава за хлађење у кондензатору. Уређаји те врсте могу бити врло различити, а уштеда топлоте врло велика. Таква спојена колона је шематски приказана на Слици 9.15. За део спојене колоне изнад напојног пода (довода комине), који се може сматрати колоном за појачање, користи се горњи погонски правац.



Слика Спојена колона с прегревањем комине џибром

### Степен деловања подова

Индивидуални степен деловања је стварно обogaћивање на поду подељено са обogaћивањем које би се добило када би била постигнута потпуна равнотежа пара – течности. У односу на састав паре степен деловања је представљен изразом:

$$\eta = \frac{Y_n - Y_{n+1}}{Y_{nt} - Y_{n+1}}$$

$y_{n+1}$  = састав паре која се диже ка поду

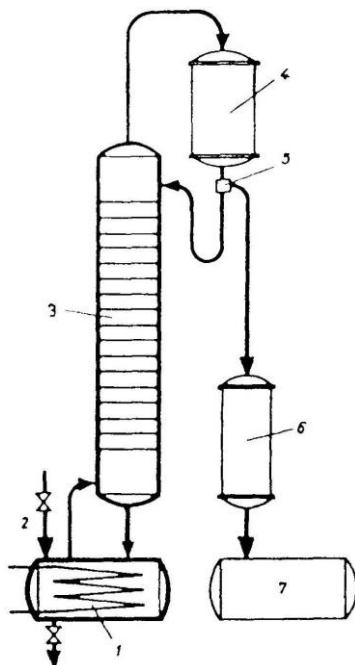
$y_n$  = састав паре која одлази са пода

$y_n^t$  = састав паре која би била у равнотежи са течношћу која одлази на нижи под

Укупни (средњи) степенделовања колоне за одређени састав течности се одреди експериментално. Ако је на пример за степенделовања 60% а број теоретских подова 12. Онда је стварно потребни број подова  $12/0,60 = 20$ .

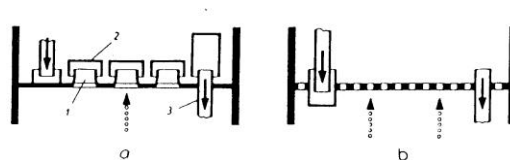
Степенделовања подова расте с повећањем времена контакта и повећањем додирне површине паре и течности. Тим условима погодују ситни мехурићи паре, дубоко зароњена звона, дуги пут течности и паре на подову. Боља су мала звона са уским прорезима. Међутим, код превеликог урањања звона губитак притисака унутар колоне је превелик. Брзина паре у колони не сме бити превелика, јер постоји опасност да пара понесе са собом честице течности од подова, до подова и тиме снизи  $\square$  сметње. Уобичајено је да се не узима брзина паре већа од 0,3 м/с, рачунато на празни пресек колоне.

### УРЕЂАЈИ ЗА ДЕСТИЛАЦИЈУ

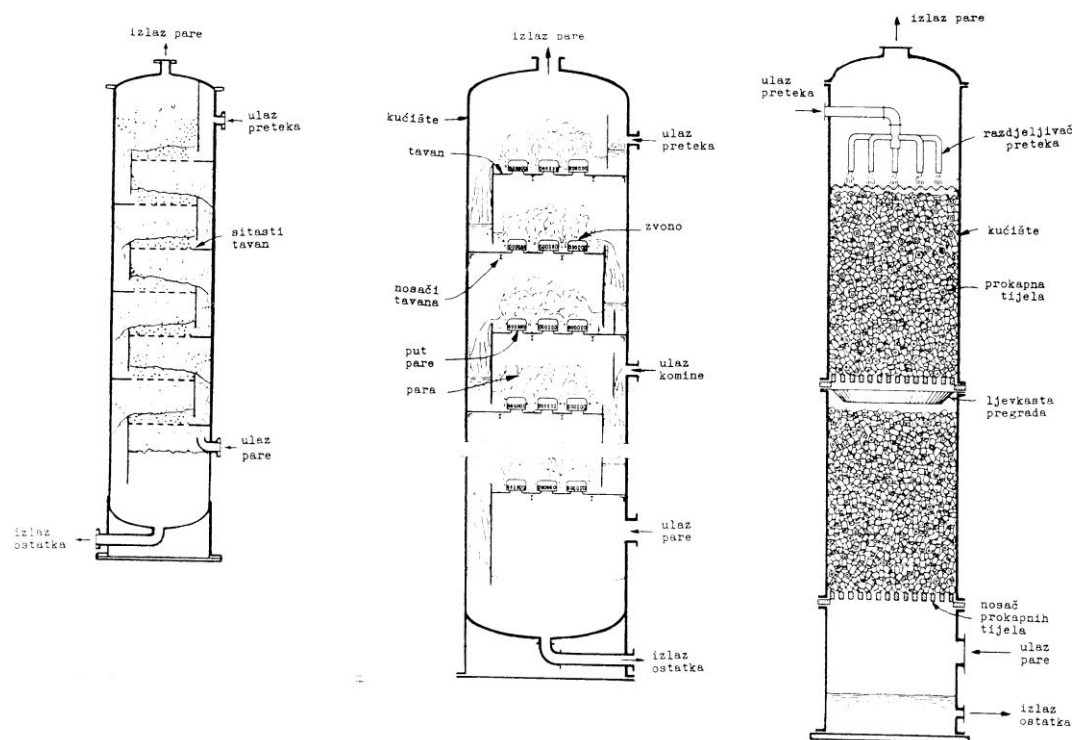


Слика Уређај за дисконтинуалну ректификацију

1. цевни предгрејач
2. улаз напојне масе
3. колоне
4. дефлегматор
5. враћање претека
6. кондензатор
7. spremник дестилата



Слика Врсте подова ректификационих колона: а) подов са звонима- 1 димњак, 2 звоно, 3 цев за одвод на нижаподов, б) ситасти подов



Слика Врсте ректификационих колона

- а) колона са ситима
- б) колона са звонима
- ц) пуњена колона