

## **II. ОСНОВНИ ФАКТОРИ, ВЛИЯЕЩИ НА КОНСТРУКЦИЯТА НА ХИМИЧНИ МАШИНИ И АПАРАТИ**

**1. Основни фактори** – основните фактори, които влияят върху конструкцията и размерите на химико-технологичното оборудване са:

**1.1. Технологичния процес, който се извършва** – технологичният процес и производителността са основните фактори определящи размерите (като дължина, диаметър, площ на напречно сечение и др.) на използваните промишлени апарати. При това трябва да се отчита спецификата на извършвания процес:

- хидравличен, топлинен, дифузионен или химически;
- скоростта за протичането на процеса;
- начина за неговото провеждане (периодичен или непрекъснат, като при непрекъснатите процеси броя и размерите на апаратите се определя от принципа за действие на апарата);
- агрегатното състояние на изходните суровини и тяхното изменение при провеждането на процеса;
- термодинамичните условия (налягане, температура и концентрация);
- агресивността на средите и получаваните продукти;
- чистотата на целевите продукти и отпадъчните съединения и други технологични ограничения;
- технологичните фактори обикновено действат съвместно и оказват съществено влияние върху устройството, размерите и конструкциите на апаратите в които се провеждат основните и спомагателни процеси;

**1.2. Силите които действат в машините и апаратите** – силите и другите механични натоварвания действащи върху апаратите и на отделни техни части определят техните размери и изисквания за здравина на съоръженията. При това се отчитат:

- механичните свойства на материалите;
- характера, интензивността и степента на динамичното натоварване;
- формата на натоварените части;
- температурата влияеща върху здравината на материалите;
- изменение дебелината на стените в резултат на корозията;

**1.3. Начина за тяхното изработване и експлоатационните изисквания** – технологическата изработка зависи от формата, дебелината на стените на апаратите. Начинът за изработването на оборудването зависи от технологичните свойства и начина за обработка на конструкционния материал. Технологичната изработка зависи и от серийното производство или изработката на единични екземпляри от оборудването. Експлоатационните изисквания са определящи за конструкциите на отделните апарати, възли и устройства. Открояват се някои тенденции при конструирането на химико-технологично оборудване в зависимост от провежданите процеси, като :

- оборудването с непрекъснато действие е за предпочитане пред периодично действащото оборудване. Така се използва целият реакционен обем и се получава еднороден краен целеви продукт. Това оборудване лесно се подлага на автоматизация;

- оборудването в което се използват течни и газообразни среди е по-контактно и ефективно, отколкото оборудване в което се използват твърди материали. При тях по-

лесно се осигурява масообмен и топлообмен между течността, парите или газовете, отколкото при твърдите материали;

- използването на апарати с подвижен, зърнест слой е по-ефективно, отколкото апаратите с неподвижен слой, или апаратите при които се извършва механическо разбъркване;

- оборудването, което работи в пределни граници на хидродинамичните режими е много по-ефективно, отколкото оборудването работещо в умерените режими;

- използването на допълнителни устройства, като сепаратори, прегради, бъркачки и други често води до увеличаване на енергийните разходи. Но, това обикновено се компенсира с увеличаване производителността на апаратите. Като съвременна тенденция се откроява намаляване на енергийните разходи, чрез промяна и подбор на ефективни конструкции в апаратите.

**2. Машини и апарати с периодично действие** – определяне основни размери на апарати с периодично действие.

Апаратите с непрекъснато действие трябва да притежават обем, достатъчен за поемане на всички реагиращи компоненти, обработвани за една операция. При определяне броя на необходимите апарати се отчита не само времето необходимо за самия процес, но и времето за напълване и изпразване на апарата, за промиване, пропарване, продухване и други спомагателни операции необходими за привеждане на апарата в неговото изходно състояние. Конструкциите на апаратите трябва да подпомагат провеждането на всички тези операции за кратко време.

Обикновено се задава преработваемият материал за денонощие в  $V$  куб.м / денонощие и времето за провеждане на операцията  $\tau$  в часове, явяващо се сума от :

$$\tau = \tau_1 + \tau_2$$

където :  $\tau_1$  – е време за провеждане на реакцията;

$\tau_2$  – време необходимо за зареждане, изпразване на апарата, промиване, продухване и други.

Работният обем на апарата  $V_p$  е винаги по-малък от пълния обем  $V_n$ .

Отношението  $V_p/V_n = \phi$  се нарича коефициент на запълване на апарата.

За апарати в които не се извършва бурно кипене или пянообразуване,  $\phi = 0,7-0,85$ . Ако се наблюдават такива явления, то  $\phi = 0,4-0,6$ .

Броя на операциите провеждани за определено производство в денонощие се определя по :

$$\alpha = V / V_p \text{ операции в денонощие.}$$

Броят на операциите, провеждани на един апарат в денонощие е:

$$\beta = 24 / \tau$$

Необходимият брой на апаратите е :

$$n = \alpha / \beta = V \cdot T / 24 V_p$$

Броят на апаратите с отчитане на необходимия резерв се определя по :

$$n_p = (1.1 \dots 1.15) n$$

След това, задавайки работния обем на апаратите се определя техния брой, или по броя на апаратите се определя техния обем. Чрез него се определят необходимите размери на апарата. Ако апарата за периодично действие не се явява само реакционна емкост, а например ректификационна установка, то този разчет предоставя възможност да се определи само обема на куба в който да се вмести цялото количество изходна смес, преработвана за операцията.

**3. Машини и апарати с непрекъснато действие** - определяне основни размери на апарати с непрекъснато действие.

Габаритните размери на непрекъснато действащите апарати, както и на периодично действащите определят тяхната производителност. Напречното сечение на апаратите с непрекъснато действие се определя, чрез съотношението на обемната производителност и скоростта на протичащите през него обработваеми компоненти. Дължината или височината на апарата зависят от времето на пребиваване във тях на обработваемите компоненти. Ако това време не от значение, тези размери се определят от габаритите на устройствата и елементи, намиращи се вътре в апаратите, като : дължините на тръби и решетки, размери на сепаратори, височина на пълнежи и други.

Ако секундната производителност на апарата е  $q$ ,  $m^3/s$  и времето необходимо за провеждане на процеса е  $\tau$ ,  $s$ , то обема на апарата е :

$$V = q \cdot \tau / n, m^3$$

Скоростите на движението на флуидите (газове или течности)  $\omega$ ,  $m/s$  обикновено са известни или се задават по технологични или икономически съображения. Те се използват за определяне сечението на апарата:

$$f = q / \omega, m^2$$

и неговите размери:

$$D = (4f / \pi)^{1/2}, m$$

$$a = f / b, m$$

където :  $D$  – е диаметъра в метри;

$a, b$  – страни на апарата с правоъгълно сечение.

По време на процеса  $\tau$  се определя дължината на работната част на апарата :

$$L = \omega \cdot \tau, m$$

и обема е :

$$f \cdot L = V, m^3$$

Повърхността на апарата може да се използва за целите на топлообмена, където тя се определя по формулата :

$$F = \Pi \cdot L, m^2$$

$$\Pi = \pi \cdot D \text{ за апарати с кръгло сечение}$$

$$\Pi = 2(a + b) \text{ за апарати с правоъгълно сечение}$$

Ако тази повърхност е малка или не е удобна да се използва за топлообмен, то в апарата се създава специална топлообменна повърхност. При определяне размерите на апаратите е необходимо да се отчитат и размерите на намиращите се в тях работни устройства. При изчисляване на дифузионни и контактни апарати, освен  $q$  и  $\omega$  се задава и повърхността на междуфазовия контакт  $F_k$ .

Площта от напречното сечение на апарата запълнено с катализатор или пълнеж се определя по :

$$f = q / \omega \cdot \psi, m^2$$

където :  $\psi$  – отношение на свободното сечение на пълнежа към общото сечение на апарата.

Обемът на работната част на апарата се приема равен на обема на пълнежа или катализатора с необходимата повърхност:

$$V_p = F_k / \sigma, m^3$$

където :  $\sigma$  - е относителна повърхност на пълнежните тела или катализатора в  $m^2 / m^3$ .

Дължината на работната част на апарата ще се определя по :

$$L = V_p / f = \psi \cdot \omega \cdot F_k / q \cdot \sigma, m$$

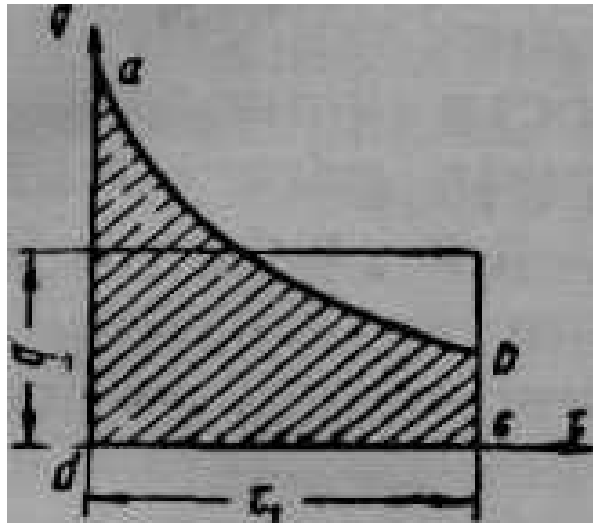
#### 4. Оптимално време за работа, оптимален експлоатационен срок и жизнен цикъл на машини и апарати.

Апаратите с непрекъснато действие не могат да работят неограничено дълго време. Необходимо е те да прекъсват своята работа през определени периоди от време, тъй като понижават своята производителност. Във всеки апарат освен основния процес протичат и странични вредни процеси

намаляващи ефективната работа на апарата. Такива процеси са : нарастване на накипа върху топлообменната повърхност на изпарители и топлообменници, нарастване слоя на снега в апаратите с дълбоко охлаждане, отравянето на катализатора в контактните апарати, разяждането на вътрешни елементи на апаратите в резултат на корозия и други. Вследствие на такива вредни, нежелани процеси експлоатацията на апаратите след определено време става икономически нецелесъобразна. За целта е необходимо тяхното изключване и пълната им регенерация.

Една от основните задачи на непрекъснато действащото химико-технологично оборудване е определянето на оптималното време за работа.

Изменението на производителността на апарата във времето може да се представи с понижавашата експонента (кривата *ab* на фиг. 1) и се изразява с функцията :



**Фиг1. Определяне на средната производителност**

$$q = f(\tau)$$

Тогава площта ограничена между ординатите и функцията при  $x = 0$  и  $x = \tau_1$  е равна на :

$$A = \int_0^{\tau_1} q \, d\tau$$

и представлява цялото количество получен продукт за време  $\tau$  , получен от пуска на апарата да неговото спиране. Времето за работа на апарата е  $\tau_1$  .

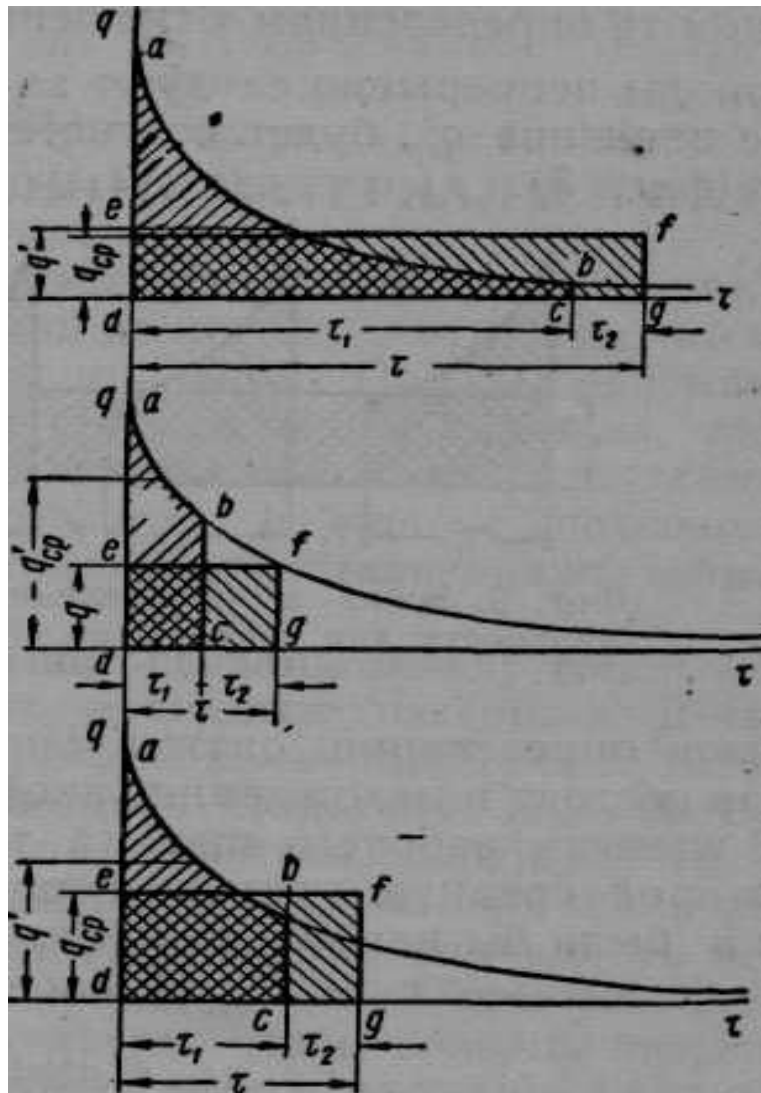
Разделяйки  $A$  на времето  $\tau_1$  се получава :

$$q'_{cp} = \int_0^{\tau_1} q \, d\tau / \tau_1$$

средната производителност на апарата  $q'_{cp}$  за времето  $\tau_1$ .

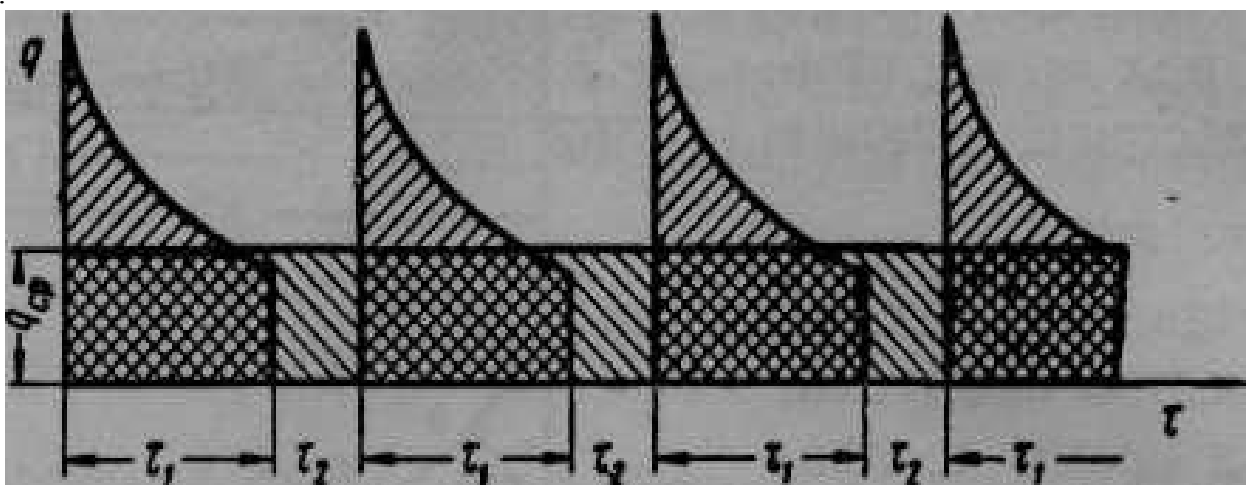
Ако с  $\tau_1$  се означи времето за работа на апарата, а с  $\tau_2$  времето за неговия престой, то е необходимо да се потърси такова  $\tau_2$ , при което да има максимална производителност.  $\tau_2$  е постоянна величина и е строго специфична за всеки апарат.

Ако  $\tau_1$  е твърде голямо (много по-голямо от  $\tau_2$ ), средната производителност представена на фиг.2 е сравнително малка. Такава е и ако двете времена са съизмерими (фиг.2). Необходимо е да се намери оптимално съотношение между двете времена.



Фиг. 2 Определяне на оптималното време за работа

Така, може да се постигне оптимална производителност на непрекъснато действащи апарати – фиг.3.



Фиг.3 Определяне средната производителност на непрекъснато действащи апарати

Изследването и оптимизацията на тази задача се основава на точното описание на функционалната зависимост, определяща производителността на апарата (от технологична и конструктивна гледна точка), както и от намаляване времето на престой за почистване, промиване, смяна на катализатора и други непроизводствени операции.

**4.1. Оптимално време за работа** - подбор на такова време за експлоатация (работа и наложителни прекъсвания), при което има максимална производителност.

**4.2. Оптимален експлоатационен срок на оборудването** - експлоатация с проектна мощност, при постоянна средна производителност.

**4.3. Жизнен цикъл на химикотехнологичното оборудване** - намаляване на производителността във времето и разработване на стратегии за подмяна.