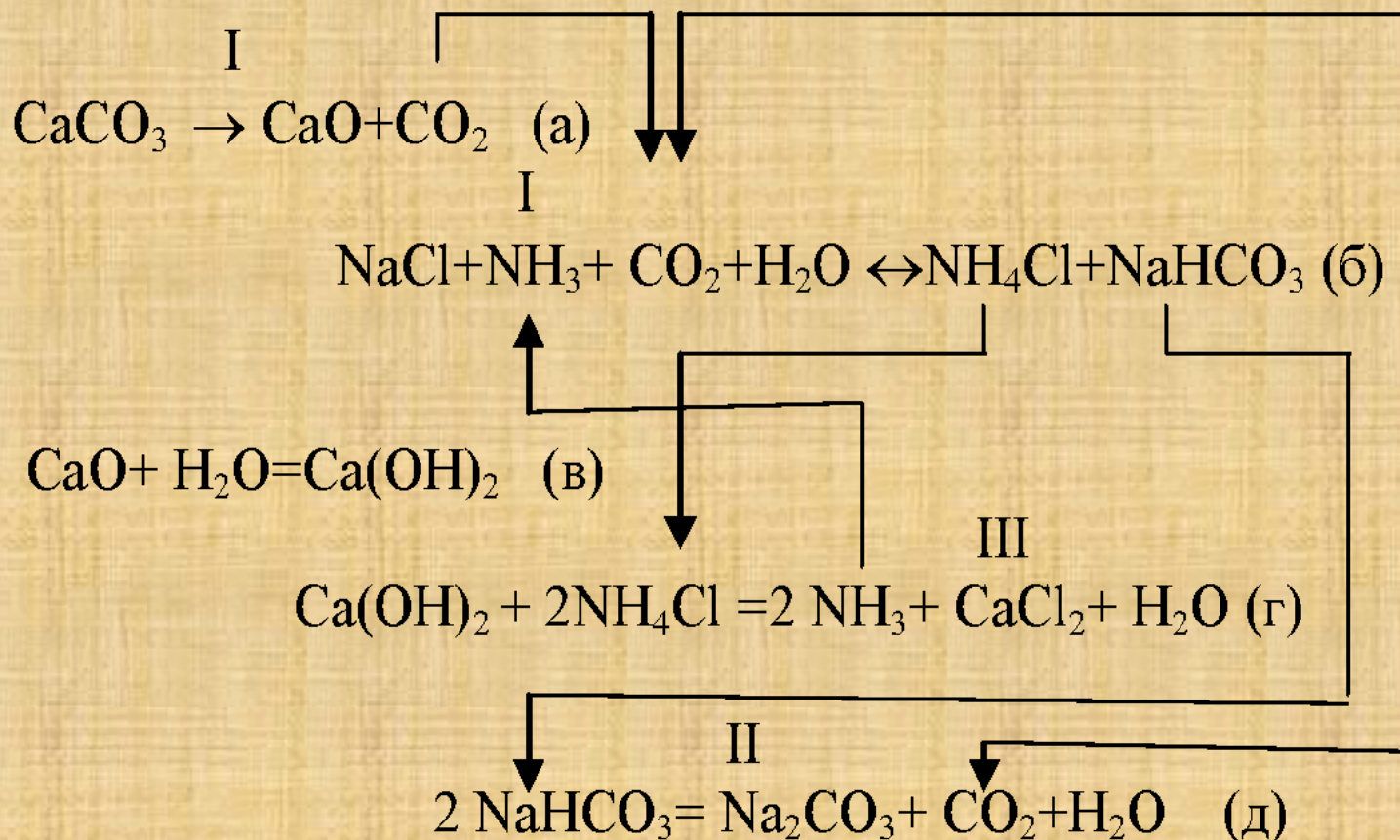


**Дәріс 2. Химиялық, принципіалдық  
және технологиялық сызбанұсқалар.**

**Технологиялық процестерді  
ұйымдастыру принциптері.**

**Материалдық және энергетикалық  
балансты бейнелеу және құру әдістері  
мен маңызы.**

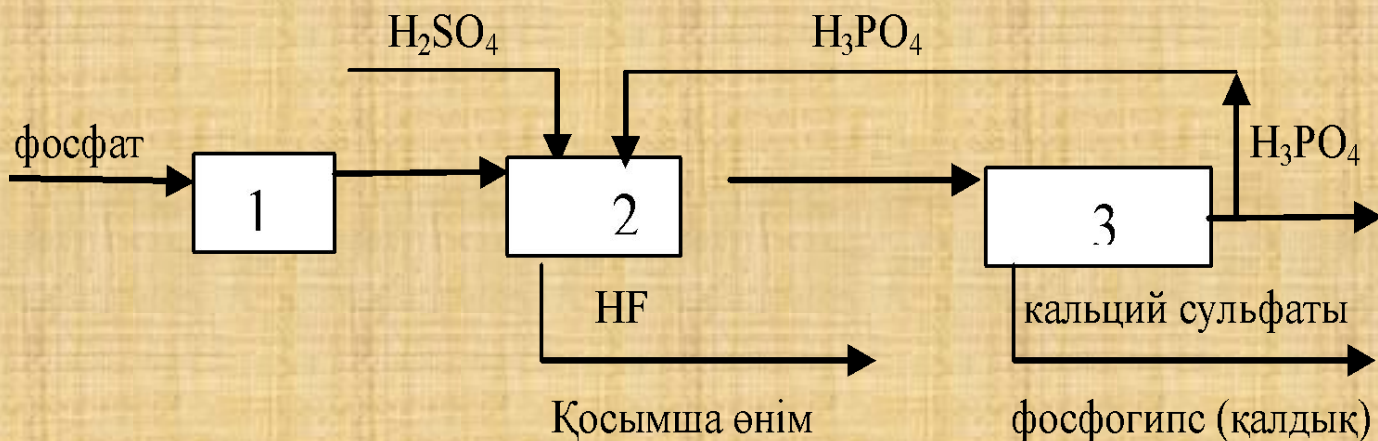
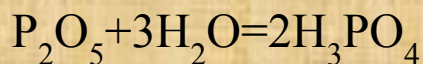
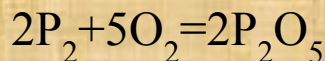
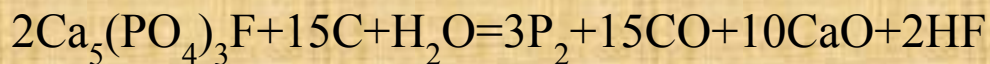
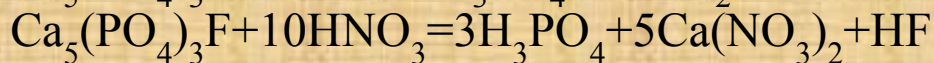
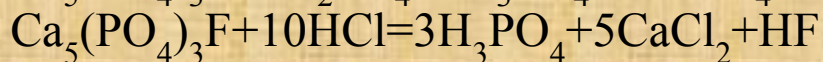
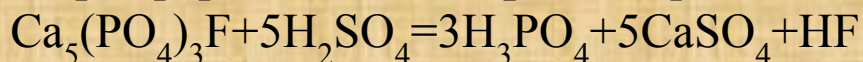
## Химиялық, принципиалдық және технологиялық схема



3-сурет. Аммиакты әдіспен сода алу процесінің химиялық сызба-нұсқасы

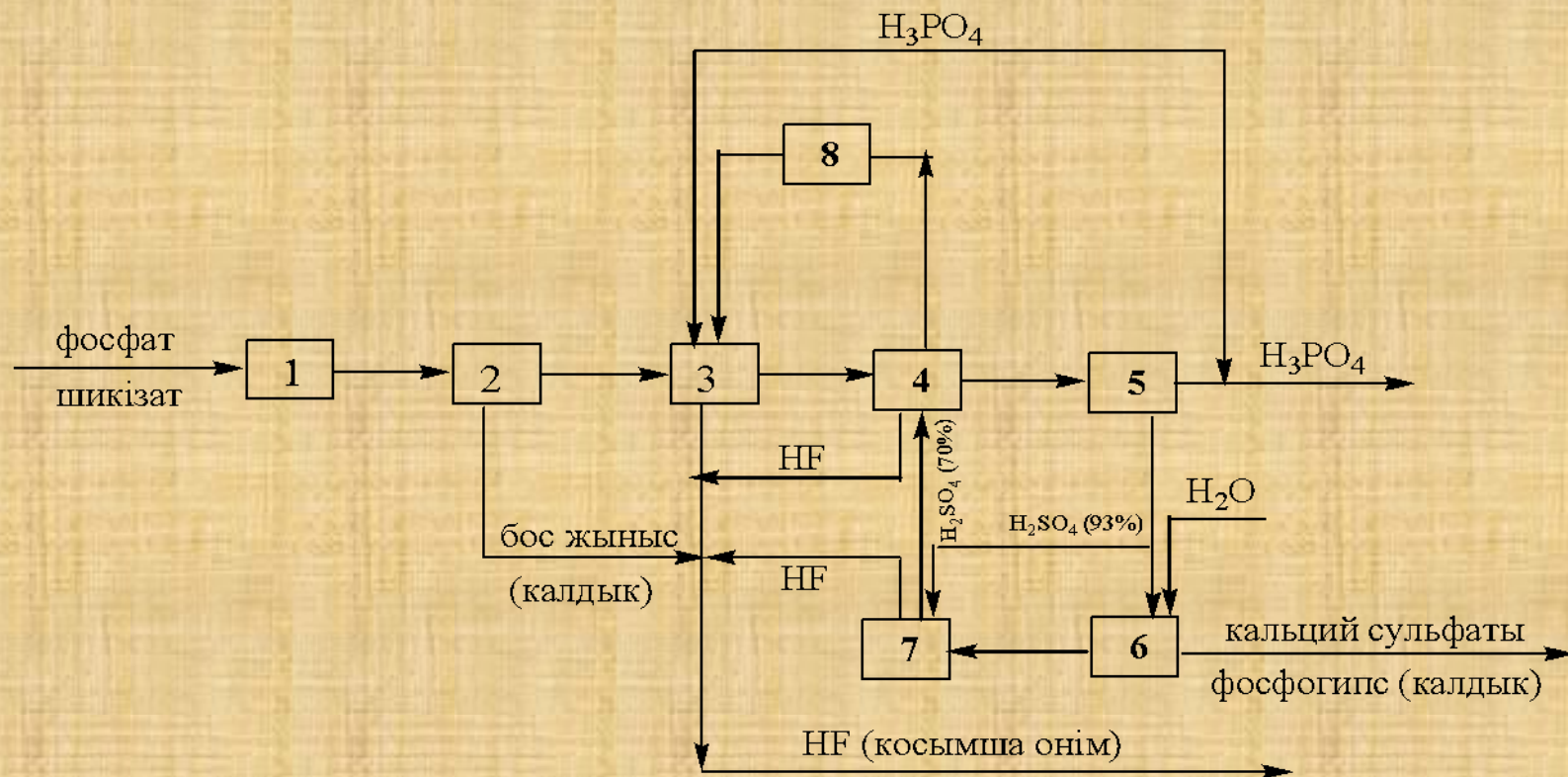
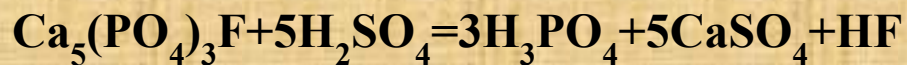
Мұндағы, I - шикізат; II - мақсатты өнім (сода); III - қалдық.

Фосфор қышқылын алу үшін шикізат ретінде фосфаттар (фосфорит және аппатит минералдары) қолданылады. Әртүрлі қышқылдармен фторапатитке  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$  әсер еткенде, ол фосфор қышқылын түзіп айырылады:



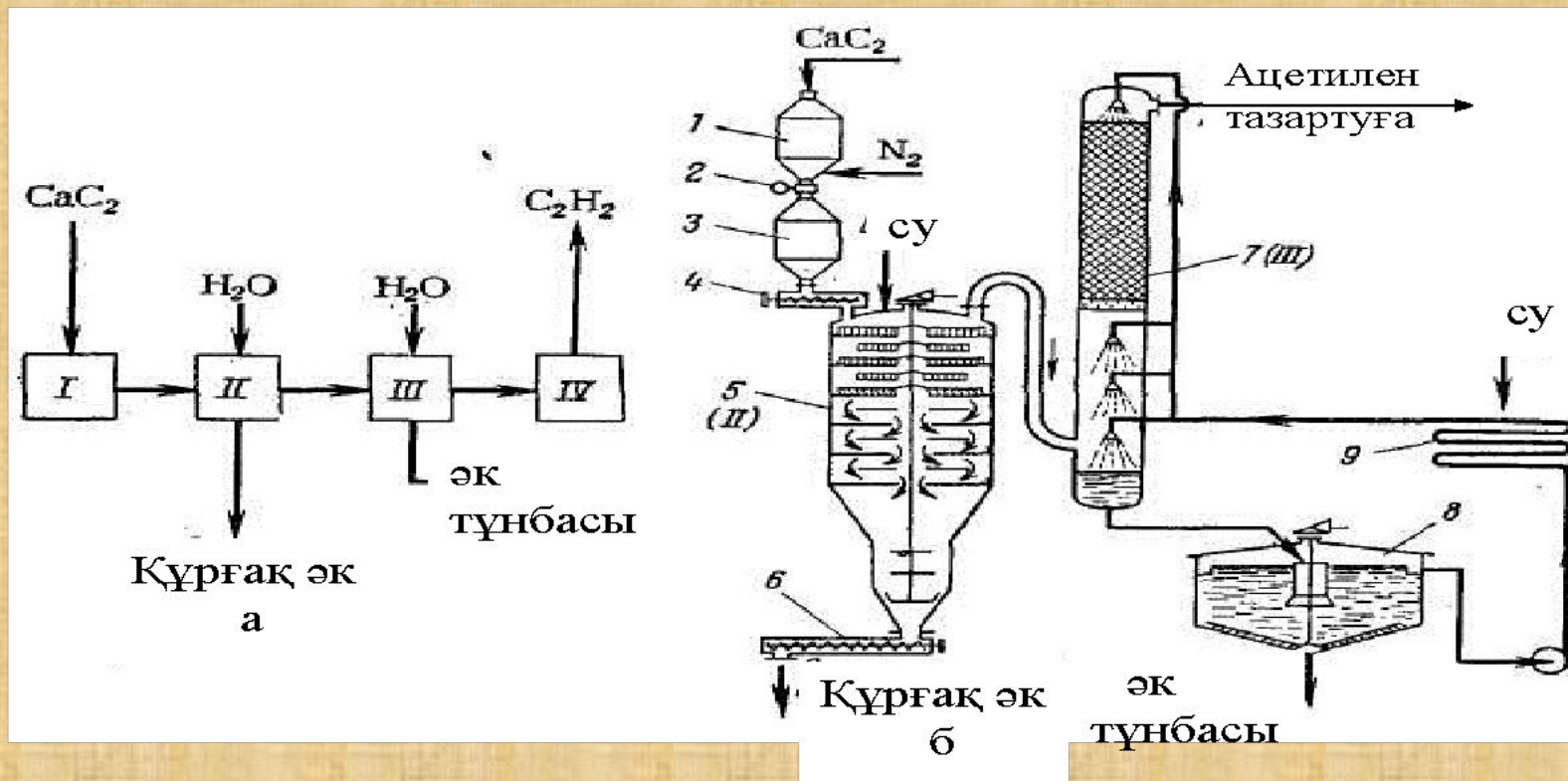
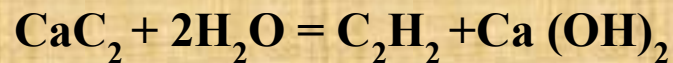
**4-сурет. Күкірт қышқылымен айыру арқылы өндірісте фосфор қышқылын алудың принципіалды сызба-нұсқасы.**

1 - шикізатты дайындау (фосфатты майдалау); 2-фосфатты химиялық өңдеу; 3-фосфор қышқылын бөліп алу.



**5-сурет. Қазіргі уақытта өндірісте фосфор қышқылын алудың принциналды сызба-нұсқасы**

1 - фосфорды майдалау; 2-байыту (флотация); 3, 4-химиялық айыру; 5-фосфор қышқылын бөлу; 6-фосфогипсті шаю; 7- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-н сұйылту; 8-қойыртпақты вакуум-буландырғышта салқындету.



**6-сурет. Кальций карбидінен ацетилен өндірудің принциналды (а) және технологиялық (б) сызба-нұсқалары**

а. I -  $\text{CaC}_2$  майдалау, ұсату; II-химиялық реакция; III-  $\text{C}_2\text{H}_2$  салқындату және шаю; IV-  $\text{C}_2\text{H}_2$  тазалау.

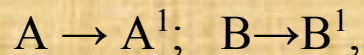
б. 1-қабылдағыш бункер; 2-автоматты тығын; 3-буферлі бункер; 4-шнек; 5-ацетиленді генератор; 6-әкті алуға арналған шнек; 7-скруббер; 8-тұндырғыш; 9-тоңазытқыш.

# Химиялық-технологиялық процесс

Шикізаттан дайын өнім алу мақсатында белгілі бір кезектесіп жүретін және бір-бірімен өзара байланысқан процестердің жиынтығын – **химиялық-технологиялық процесс (ХТП)** деп атайды.

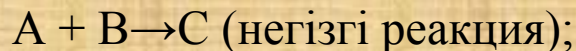
Химиялық-технологиялық процесс – кезектесіп жүретін үш сатыдан тұрады:

## 1. Шикізатты химиялық өндеуге дайындау:



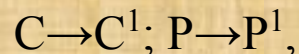
мұндағы,  $A, B$  - дайындауға дейінгі шикізат;  $A^1, B^1$  - дайындалған шикізат;

## 2. Дайындалған шикізаттың реакция өніміне дейін химиялық өзгерісі екі сызба-нұсқамен жүреді:

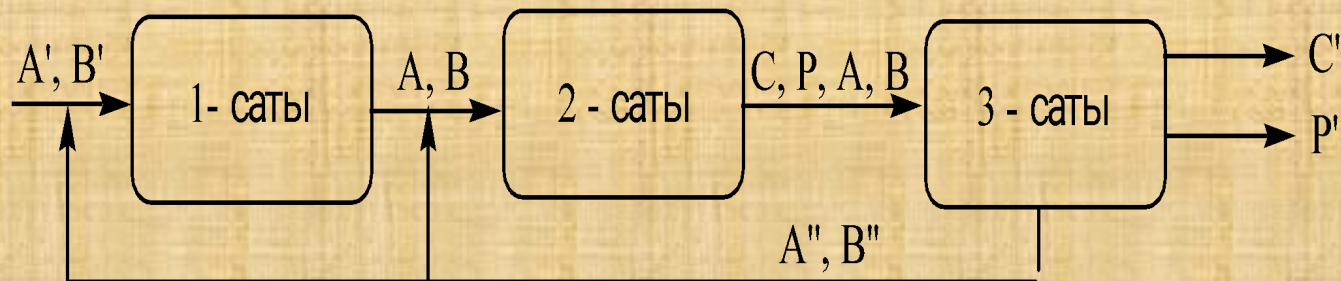


мұндағы  $C$ -мақсатты өнім;  $P$ -қосымша өнім.

## 3. Реакциялық қоспадан мақсатты өнімді бөлу және оны тазалау:



мұндағы,  $C^1$  - бөлінген мақсатты өнім;  $P^1$  - бөлінген қосымша өнім.



**ХТП-нің принципіалды сызба-нұсқасы**

# **Химиялық-технологиялық процестерді ұйымдастыру**

## **Химиялық-технологиялық процесті ұйымдастыру сатылары:**

- ❖ процестің химиялық-технологиялық сызба-нұсқаларын жасау;
- ❖ оптималды технологиялық параметрлерді таңдау және процестің технологиялық режимін анықтау;
- ❖ аппараттардың конструкциясын және типтерін таңдау;
- ❖ процестің әрбір сатысын бақылайтын және реттейтін параметрлерін анықтау.

## **Химиялық-технологиялық жүйенің моделін екі топқа бөледі:**

- ❖ жазу (формула, теңдеулер түрінде)
- ❖ графикалық (сызба-нұсқа және басқа графикалық бейнелеулер түрінде)

# Материалдық және энергетикалық баланс

$$\sum V \text{ кіріс} = \sum V \text{ шығыс}$$

**Материалдық баланс** – масса сақталу заңына негізделген.

технологиялық операцияға түсетін заттың массасы - *кіріс*

операция нәтижесінде алынған барлық заттың массасына - *шығыс*

Жалпы жағдайда материалдық баланс келесі теңдеумен өрнектеледі:

$$V_{\text{к}} + V_{\text{с}} + V_{\text{г}} = V'_{\text{к}} + V'_{\text{с}} + V'_{\text{г}}$$

мұндағы,  $V_{\text{к}}$ ,  $V_{\text{с}}$ ,  $V_{\text{г}}$  - бірлік уақытта операцияға түсетін қатты, сұйық және газ тәрізді заттардың массасы;  $V'_{\text{к}}$ ,  $V'_{\text{с}}$ ,  $V'_{\text{г}}$  - алынатын өнімнің массасы.

Нәтижесінде бірнеше өнімдер түзілетін химиялық процестердің материалдық балансын жасаумен танысу үшін байытылған колчеданды күйдіруге арналған КС-450 пешінің қайнаушы қабатының материалдық балансын жасауды мысалға алып қарастырайық

Энергетикалық баланс - энергияның сақталу заңына негізделген. Соған сәйкес процеске енгізілген энергия мөлшері, бөлінетін энергияның мөлшеріне тең, яғни энергияның кірісі оның шығысына тең.

$$\sum Q_{\text{кіріс}} = \sum Q_{\text{шығыс}}$$

Жылу балансы жалпы түрде мына теңдеумен беріледі:

$$Q_K + Q_C + Q_G + Q_{\text{Физ.пр}} + Q_R + Q_{\Pi} = Q'_K + Q'_C + Q'_G + Q'_{\text{Физ.пр}} + Q'_R + Q'_{\Pi}$$

мұндағы,  $Q_K, Q_C, Q_G$  - қатты, сұйық және газтәріздес материалдармен аппаратқа берілетін жылу.

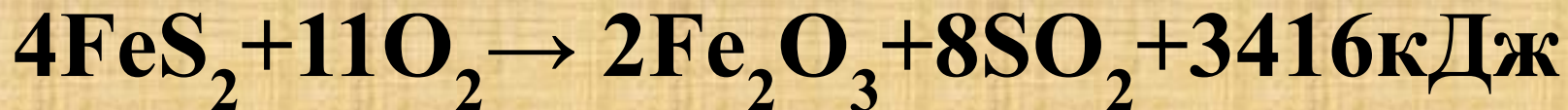
$Q'_K, Q'_C, Q'_G$  - шығарылатын материалдармен кететін жылу;

$Q_{\text{Физ.пр}}, Q'_{\text{Физ.пр}}$  - физикалық процестерде сіңірілетін және бөлінетін жылу;

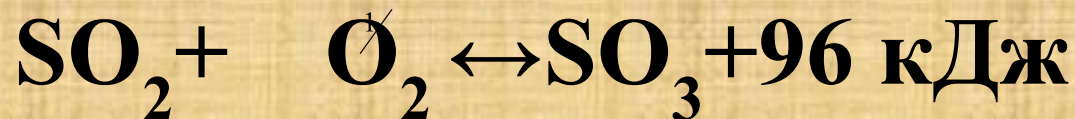
$Q_R, Q'_R$  - экзо және эндотермиялық реакциялардың жылуы;

$Q_{\Pi}, Q'_{\Pi}$  - аппараттан шығарылатын және аппаратқа сырттан берілетін жылу.

Байытылған колчедан - минерал пириттен ( $\text{FeS}_2$ ) тұрады. Колчеданды күйдіргенде күкіртті ангидрид ( $\text{SO}_2$ ) түзіледі, ол күкірт қышқылын алу үшін шикізат болып табылады. Колчеданды күйдіру реакциясының жалпы теңдеуі:



Күйдіру процесінде түзілген күкіртті ангидридтің біраз мөлшері күкірт ангидридіне дейін тотығады:



Материалдық балансының жалпы теңдеуі:

$$B_{\text{кол}} + B_{\text{кол.ылғ}} + B_{\text{ауа}} + B_{\text{ауа.ылғ}} = B_{\text{өрт}} + B_{\text{SO}_2} + B_{\text{SO}_3} + B_{\text{O}_2} + B_{\text{N}_2} + B_{\text{H}_2\text{O}}$$

мұндағы,  $B_{\text{кол}}$ ,  $B_{\text{кол.ылғ}}$ ,  $B_{\text{ауа}}$ ,  $B_{\text{ауа.ылғ}}$  - жанған колчеданның (құрғақ), колчедандағы су, ауа (құрғақ), ауадағы су массасы, кг/сағ.

## Есептеу шарттары

|                                                                                                                  |                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Күкірт қышқылына (100% $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) есептегенде<br>КС-450 пешінің өнімділігі, кг. сағ <sup>-1</sup> | $B_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 20833$ |
| Колчедандағы күкіртті пайдалану дәрежесі                                                                         | $\beta = 0,885$                     |
| Құрғақ колчедандағы күкірт                                                                                       | $C_s = 41$                          |
| Колчедандағы ылғал                                                                                               | $C_{\text{ылғ}} = 6$                |
| Өртендідегі күкірт                                                                                               | $C_{\text{өрт}} = 1$                |
| Құрғақ күйдіру газындағы $\text{SO}_2$                                                                           | $C_{\text{SO}_2} = 14,5$            |
| Құрғақ күйдіру газындағы $\text{SO}_3$                                                                           | $C_{\text{SO}_3} = 0,1$             |
| Ауаның салыстырмалы ылғалдылығы                                                                                  | $\phi = 50$                         |

## КС -450 пешінің материалдық балансы

| Кіріс                   | Мөлшері              |                                   | Шығыс                              | Мөлшері              |                                  |
|-------------------------|----------------------|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------|----------------------------------|
|                         | кг.сағ <sup>-1</sup> | м <sup>3</sup> .сағ <sup>-1</sup> |                                    | кг.сағ <sup>-1</sup> | м <sup>3</sup> сағ <sup>-1</sup> |
| Колчедан                | 18768                | -                                 | өртенеді,<br>күйдіру газы          | 14038                |                                  |
| Колчедан<br>ылғалдылығы | 1198                 | -                                 | SO <sub>2</sub><br>SO <sub>3</sub> | 15337<br>129         | 5243<br>36                       |
| Құрғақ ауа              | 49400                | 38147                             | O <sub>2</sub>                     | 1063                 | 744                              |
| Ауамен бірге<br>ылғал   | 358                  | 445                               | N <sub>2</sub><br>H <sub>2</sub> O | 37600<br>1556        | 30136<br>1936                    |
| Барлығы                 | 69724                | 38592                             | Барлығы                            | 69724                | 38092                            |

**КС-450 пешінде колчеданды күйдіру процесінің теңдеуі бойынша жылу балансының теңдеуі былай жазылады:**

$$Q_{\text{кол}} + Q_{\text{кол.ылғ}} + Q_{\text{ауа}} + Q_{\text{ауа ылғ}} + Q_p = Q_{\text{өрт}} + Q_{\text{г}} + Q_{\text{ф}} + Q_{\text{п}}$$

мұндағы,  $Q_{\text{кол}}$ ,  $Q_{\text{кол.ылғ}}$ ,  $Q_{\text{ауа}}$ ,  $Q_{\text{ауа ылғ}}$  - ылғалды ауамен және құрғақ ауамен пешке берілетін, жылу мөлшері,  $\text{кДж} \cdot \text{сағ}^{-1}$ ;

$Q_p$  - реакция бойынша бөлінетін жылу мөлшері,  $\text{кДж} \cdot \text{сағ}^{-1}$ ;

$Q_{\text{өрт}}$ ,  $Q_{\text{г}}$  - өртенеді және күйдіру газымен бірге пештен шығарылатын жылу мөлшері,  $\text{кДж} \cdot \text{сағ}^{-1}$ ;

$Q_{\text{ф}}$  - судың булануына және колчедан құрамындағы судың булануына жұмсалатын жылу мөлшері,  $\text{кДж} \cdot \text{сағ}^{-1}$ ;

$Q_{\text{п}}$  - қоршаған ортаға кететін жылу шығыны,  $\text{кДж} \cdot \text{сағ}^{-1}$ ;

## КС-450 пешінің жылу балансы

| Кіріс                    | Мөлшері                                 |       | Шығыс                                      | Мөлшері                                 |      |
|--------------------------|-----------------------------------------|-------|--------------------------------------------|-----------------------------------------|------|
|                          | $10^{-3}\text{кДж}\cdot\text{сағ}^{-1}$ | %     |                                            | $10^{-3}\text{кДж}\cdot\text{сағ}^{-1}$ | %    |
| Құрғақ колчедан жылуы    | 204                                     | 0,20  | Өртенді жылуы                              | 8380                                    | 8,2  |
| Колчедан ылғалының жылуы | 101                                     | 0,10  | Күйдіру газының жылуы                      | 46128                                   | 45,3 |
| Құрғақ ауа жылуы         | 993                                     | 0,97  | Қайнау-шы қа-батта бу алу үшін қажет жылуы | 46437                                   | 45,5 |
| Ауа ылғалының жылуы      | 13,4                                    | 0,01  | Жылу шығыны                                | 1022                                    | 1,0  |
| Колчедан-ның жану жылуы  | 100656                                  | 98,72 |                                            |                                         |      |
| Барлығы                  | 101954                                  | 100   | Барлығы                                    | 101967                                  | 100  |

**НАЗАРЛАРЫҢЫЗҒА  
РАХМЕТ**