

6 дәріс

Көмір флотациясының реагенттік режимі

Дәрістің жоспары

15.1 Көмірдің физикалық және химиялық қасиеттері.

15.2 Көмірді флотациялауға қолданатын полюссыз және гетерополюсты жинағыштар.

15.3 Полюссыз және гетерополюсты жинағыштардың көмір бетімен әрекеттесуі.

15.1 Көмірдің физикалық және химиялық қасиеттері

Көмірдің органикалық құрамына кіретін элементтер – бұл көміртек, сутек, оттегі және азот, күкірт.

Органикалық және бейорганикалық болып келетін қиын комплекс заттарына тасты көмірлер қазбаларын жатқызуға болады. Сыртқы түріне байланысты олар көбінесе жылтырайтын; жартылай жылтырайтын, жартылай әрлендіретін, әрлендіретін болып бөлінеді. Көмір жылтыры әртүрлі петрографикалық ингредиент мөлшері болуымен сипатталады, олардың ішінде негізгілері – витрен, кларен, дюрен, фюзен. Табиғатта витренді көмір түрі көп, жер шары көмірінің үлкен бөлігін және ТМД көмір қорының 63% құрайды.

Пирит – көмірдегі негізгі сульфидті минерал. Ол ірі конкреция, желі тарамы, қабыршық, сонымен қатар ұсақ дисперсті қауышпалары органикалық затпен, марказит және кейбір басқа да қоспалар қатынасы түрінде болады.

Оның көмірдегі мөлшері жүзден бір пайыздан 5 – 6% дейін. Басқа минералдар қосылыстарымен қоса пириттің болуы көмірдің тотығуына, әсіресе ылғалды ортада, кейде олардың өздігінен жануына әсерін тигізеді. Кенді кен орындарының минералдарымен салыстырғанда пирит пен марказит көмірде ерекше қасиеттерге ие болады, олардың флотациялануында да айырмашылығы бар.

Минералды заттар құрамы мен көмір ингредиенті арасында нақты байланыс бар. Витрен күлінде SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , Na_2O көбірек болады, дюрен күлі SiO_2 мен Al_2O_3 тен тұрады, фюзен күлі CaO және Na_2O дан тұрады. Витрен күлінің компоненттері суда жақсы ериді (69-65%), дюрен күлі аз ериді.

Табиғи көмірде 60-қа жуық әртүрлі элементтер болады, сонымен қатар стронций, кобальт, иттрий, германий, рений, скандий, уран, бор.

Германийдің көмірде жайылуы тегіссіз болып келеді. Ол витрен мен кларенға үйренген, өйткені күлділігі көтерілгенде оның мөлшері азаяды. Кейбір көмірлердің күлінде бағалы компоненттер мөлшері күміс, алтын, платина, германий, ванадий және т.б. кездеседі. Осының бәрі көмірдің құрамы күрделі екенін айтады.

Органикалық көмір бөлігінің негізгі элементтері – көміртегі, сутегі және оттегі, аз мөлшерде азот, күкірт және т.б. элементтер кіреді. Олардың мөлшері мен қатынасы петрографикалық құрамына және метаморфизм сатысына байланысты.

Қазіргі уақытта әсерлі тәсіл ұсақ классты көмірлерді байыту-флотация, көмір байыту фабрикаларының негізгі процесстерінің бірі болып табылады. Көмір флотациясында бұл операцияға барлық коксты көмірлердің гравитациондық байытудың шламдары және газды көмірлердің әжептәуір бөлігі, антрациттер түседі

Флотациондық көмірдің байыту сызбасына негізгі флотациясы және бір немесе бірнеше қалдықтардың қайтатазалануы кіреді. Кеңінен су айналымын қолданады (жиі флокулянттар енгізеді).

Флотация өнімінің күлділігінің мөлшері %:концентратта 8-16; аралық өнімде 35-45; қалдықта 56-75.

Көмір флотациясына органикалық заттар қолданылады, олар көмір бетіне жақын орналасуы қажет. Реагенттерге келесі шарттар қойылады: жоғарғы әсерлілігі және талғамдық әрекеті, химиялық құрамының тұрақтылығы, санитарлық мөлшер әрекетіне дәл келуі, қолдануға ыңғайлы, дефицит емес, арзандылық, көмір бағасы шикізаттікі секілді жоғары емес болуы қажет.

Көмірдің флотациясына аполярлы және гетерополярлы түрлі реагенттер бірдей қолданылады, осы өнімдер өндірістігі мұнай химиялық және мұнай қайта өңдеу өнеркәсібі болуы керек. Фабрикаларында флотациялық пульпада аполярлы және гетерополярлы түрлі реагенттерден басқа, процесске әдейі енгізілетін бейорганикалық тұздар мен флокулянттар болуі мүмкін.

Фабрикаларда көмірдің минералды бөлігімен су фазасының қосылуынан, құрамында суда еритін бейорганикалық тұздары бар, осыдан бейорганикалық тұздардың ерітіндісі пайда болады. Табиғи тұзды ортаның технологиялық суы фабрикаларда минерал түзуші шахтылы сулардың сіңірілуінен де пайда болуы мүмкін.

Сұйық фазада сулы көмірлі суспензиялары хлоридтің, сульфаттың, калий, натрий гидрокарбонаты, кальций және магний сульфаттарының болуы көмір флотациясына әсерін тигізеді (концентрат шығуы, концентрат және қалдықтың сапасы), әсіресе қиын байытылатын көмірлерде әсері көрінеді, себебі олардың минералды бөлігі сазды зат болып табылады.

Ортаның рН әсер ететін регуляторлар көбісінің көмір маркасына нейтралды рН мәні 7,0-7,5 арасында деп бекітілді.

15.2 Көмірді флотациялауға қолданатын полюссыз және гетерополюсты жинағыштар

Көмір флотациясына қолданылатын реагенттер:

Аполярлы: мөлдірлендіретін керосин, тракторлы керосин, пешті тұрмысты отын-ПТО; аполярлы ароматтандырылған реагент-ААР 1, аполярлы ароматтандырылған реагент-ААР 2, активтендірілген флотациялық реагент-АФР 2; термогазоиль;

Гетерополюсты: бутильді спирт өндірісінің кубтық қалдығы – БСКҚ, диметилдиоксан ректификациясының кубтық қалдығы – оксаль; метилизобутилкароинол; көбікреагент; циклогексано́л ректификациясының кубтық қалдығы - «Х» майы; майлы альдегидтен синтезделген өнімдердің

ректификациясының кубтық қалдығы - ВКП-Кэтгол; флотоксид - ТЭФ-2; жасыл майы;

Бейорганикалық тұздар: кальций, магний, натрий, калий, темір, алюминий хлоридтері; натрий, кальций, калий, магний, темір, алюминий сульфаттары; натрий, калий гидрокорбонаттары, карбонаттары.

Көмірдің активтік орталықтарына жататын – оттегі бар топтар, бұл топтар көмірдің адсорбциялық қасиеттеріне әсер етеді.

Полярлы емес және гетерополярлы жинағыштар көмірді флотациялау үшін қолданатын негізгі жинағыштар болып есептеледі. Көмір бетімен адсорбция арқылы әрекеттеседі. Адсорбция керосиннің шығынына тікелей тәуелді.

Аполярлы ароматтандырылған реагент-ААР 1 – көмірді флотациялау үшін қолданатын мұнай конденсатының өндірілетін арнайы зат. реагент-ААР 1. реагенті иісті, қоныр түсті сұйық. Реагент суда ерімейді, бірақ спиртте, эфирде, бензолда жақсы ерийді. Донбастын көмір фабрикасында эмульсия түрінде қолданады. Шығыны 1 – 3 кг/т.

Аполярлы ароматтандырылған реагент-ААР 2 – мұнай қоспаларының вакуумды дистиллятынан каталитикалық крекинг арқылы алынған фракциясы, қайнау температурасы 195°C - 300°C. ААР 2 реагенті **біртекті** қоныр түсті сұйық.

ААР 2 реагентің химиялық құрамы күрделі, %: ароматикалық көмірсутектері – 75; парафинді – нафтендер – 21; шектелмеген көмірсутектері - 1. Құрамның тұрақтылығы, көмірді флотациялағанда әсері тиімді, арзан реагент, бірақ бұл реагенттің кемшілігі – жоғары көбіктүзу қабілеті және нашар иісі. Донбастың, Кузбастың және Қарағандының көмір байыту фабрикаларында қолданады. Оның шығымы 1 – 3 кг/т құрайды.

Активтендірілген флотациялық реагент- АФР 2 – газды бензиннен термиялық қайту өңдеу арқылы алынған өнім, **біртекті** майлы сұйық. Қату температурасы -50°C жоғары болмайды. АФ 2 реагенті суда ерімейді, бірақ спиртте, эфирде, бензолда жақсы ерийді. Донбастың көмір байыту фабрикасында қолданған, қазіргі уақытта тиімді ААР-1 және ААР-2 реагенттерде ауыстырылды.

Химиялық құрамы, АФ 2 реагенті көмірсутектерінің қоспалары, %: парафинді – 60,8; нафтенді – 23,6; шектелмеген және ароматикалық – 15,6. Жұмыс бөлмелерінің ауасындағы реагент буының шекті-рұқсат етілген концентрациясы (ШРЕК) 300 мг/м³ құрайды.

Көмірді флотациялау үшін қолданатын гетерополярлы (гетерополюсты) реагенттер мұнайды қайта өңдейтін өндірістің қосымша өнімдері түрінде болады және құрамы өте күрделі.

Оксосинтез әдісімен өндірілген бутильді спиртың кубтық қалдығы - БСКҚ, сары түсті, мөлдір **біртекті** майлы сұйық, 20°C температура аралығында тығыздығы 0,83 – 0,95 кг/м³ құрайды. БСКҚ құрамына кіретін қосылыстар, %: алифатикалық спирттер – 50, күрделі эфирлер – 20, ацетальдар – 19, альдегидтер – 10, көмірсутектер – 1.

175°C - 200°C аралығындағы фракцияларының флотациялық активтілігі неғұрлым жоғары. 175°C - 200°C аралығындағы фракция 2-этилгексаноидан

тұрады. БСКҚ реагентінің токсикалық зияндығы өте аз, жұмыс бөлмелерінің ауасындағы реагенттің шекті-рұқсат етілген концентрациясы (ШРЕК) 10 мг/м^3 , ал су тоғанында ШРЕК 200 мг/м^3 құрайды. БСКҚ реагентінің артықшылығы: құрамында димерлы қосылыстары болғандықтан флотациялау кезіндегі жоғары тиімділігі, құрамының **біртектігі** және тұрақтылығы, төмен қату температурасы, сондықтан қатты аязды аймақтарда қолдануға болады. Қарағанды және Кузбасс көмір байыту фабрикаларында қолданады. Оның шығыны $30 - 100 \text{ г/т}$ құрайды. Жеке немесе аполярлы реагентімен қоспа ретінде бірізгі немесе бөлшектеп реагенті пульпаға қосады.

Циклогексанол ректификациясының кубтық қалдығы – «Х» майы капролактамы өндіру кезінде ауа оттегімен тотықтыру әдісімен алынады. Қоңыр түсті майлы сұйық, құрамында механикалық қосылыстар болмайды. 20°C температура аралығында тығыздығы $0,98 - 1,01 \text{ г/см}^3$ құрайды. Реагенттің құрамына кіретін қосылыстар, %: циклогексанол $8 - 15$; дикарбон қышқылының циклогексилды эфирлер – 20 ; жоғары температурада қайнайтын шайырлар $20 - 30$. Донбастын көмір байыту фабрикасында қолданған. Бөлшектеп аполярлы реагентімен бірге пульпаға қосады, «Х» майының шығыны $100 - 400 \text{ г/т}$ құрайды.

Майлы альдегидтен синтезделген өнімдердің ректификациясының кубтық қалдығы - ВКП-Кэтгол. Реагенттің тығыздығы $0,85 \text{ г/см}^3$ құрайды. ВКП реагентінің күрделі құрамы 30 компоненттерден тұрады, соның ішіне біріншілей, екіншілей және үшіншілей спирттер кіреді. Реагент көбіктүзішілік және жинағыш қасиеттеріне ие. № сонымен қатар флотациялық тиімділігі жоғары. Артық көбік түзілуіне байланысты оны аполярлы реагентімен, мысалы керосинмен, бірге қолданады. Сондықтан ВКП реагентінің шығынын шектеуге болады $0,1 - 0,3 \text{ кг/т}$ дейін.

15.3 Поллюсыз және гетерополлюсты жинағыштардың көмір бетімен әрекеттесуі

Түсті металдарын флотациялау үшін көмірсутек майлар қосымша реагенттер ретінде қолданылады, ал көмірдің флотациясына негізгі реагент ретінде болады. Көмірді флотациялау үшін қолданатын аполярлы реагенттердің әсері: көмір бөлшектерінің бетін гидрофобизацияландырады, бөлшекпен ауа көпіршектің арасындағы байланыстың беріктігін қанымдатады, процестің жылдамдығын жоғарлатады, ұсақ шламдарының флокуляциясына әсер етеді, беттік керілуін төмендетеді және көбіктүзу процесін реттейді.

Әр түрлі ірілікті көмірлері үшін бөлшектердің флотациялануымен және адсорбциялық қабатының тығыздығы арасындағы байланыс анықталынған: бөлшектер ұсақ болған сайын реагенттердің шекті адсорбциясы түзіледі. $0,1 \text{ мм}$ класты көмірде $50 - 60 \%$ жоғары керосиннің мөлшері адсорбцияланады.

$0 - 180$ секунда аралығында адсорбцияның кинетикасы $G = at^n$ теңдеумен анықталады, a және n көмірдің метаморфизм сатысына сәйкес өзгереді. Керосиннің шығынынан адсорбция сызықты түрде байланыс.

Қалдықта қалған бөлшектерімен салыстырғанда флотациялынған бөлшектері керосинның көп мөлшерін алып шығады - В.И. Классен, В.А. Невская, Н.С. Власованың зертеулері бойынша анықталынған. Керосинның жұтылу мөлшерімен және концентраттың шығымы арасында тікелей байланыс. Аполярлы (полюссыз) реагенттер суда нашар ерийді, сондықтан флотациялық пульпада олар эмульсия ретінде болады.

Молекулаларда көміртек атомының саны белгілі өлшемге дейін өзгерген сайын көмірсутектердің флотациялық қабілеті жоғарлайды. Шекті көмірсутектердің арасында ең тиімді $C_{11} - C_{13}$ гомологтар, ал ароматикалық бензол қатарындағы – бүйір тізбектерінде 5 – 7 көміртек атомдары бар полиалкилбензолдар.

Дипольды моменттері 0 тең (гексан), симметрикалық құрылысымен (бензол сияқты) көмірсутектер тиімсіз қосылыстарға жатады. Неғұрлым тиімді және селективті қосылыстар – нафталин қатарынан көмірсутектер: 2-метил-1, 6-изопропилнафталин, 1-метил-4-изобутилнафталин немесе тетра-, гекса-, дека-и гидронафталин.

Көмірдің флотациялануымен және гетерополюсты қосылыстарының химиялық құрылымдар арасында күрделі байланыстар болады. Олар бірнеше факторлармен анықталады:

- табиғатымен, қосылыстардың молекулаларындағы полюсты топтарының санымен және олардың орналасуымен;
- тік тізбекті қосылыстарда көмірсутек тізбегінің ұзындығымен, ароматикалық қосылыстарда циклдерінің санымен, бүйір тізбектерінің санымен және ұзындығымен;
- молекуланың полюсті және полюссыз бөлектерінің қатынасымен.

Зерттелінген органикалық қосылыстарды флотациялық қабілетіне сәйкес төрт топқа бөлуге болады: неғұрлым тиімді, тиімді, тиімділігі төмен және депрессорлар. Бірінші топты $C_6 - C_8$ тізбектерімен қосылыстар құрайды, олардың арасындағы жиі қолданылатындар – алифатикалық спирттер.

Спиртпен қышқылдың көмірсутек қалдықтарының ұзындығы жоғарлаған сайын карбон қышқылдарының күрделі эфирлерінің флотациялық әсері жақсарады. Спирттік қалдығы бір-екі CH_2 топқа ұзындағанда концентраттың шығымы 6 – 30 % дейін, ал қалдықтардың күлдігі 3 – 18 % дейін өседі. Флотацияның жылдамдығы 1,25 – 1,5 есе артады.

Көмірдің флотациялануымен және жай ароматикалық қосылыстарының молекулаларындағы полюсті топарының табиғатымен тығыз байланыс орнатылады. Активтілігіне сәйкес бұл топтарды келесі реттілікпен орналастыруға болады: $OH > COOH > CO > NH_2 > SO_3$. Молекуланың құрамында көміртек атомының саны бірдей боған жағдайда алифатикалық спирттер **артықшылық қасиеттеріне ие.**

Спиртердің флотацияға әсері тек ғана ауа фазаның диспергациялау дәрежесімен байланысты болмайды, сонымен қатар түзілетін көбіктің тұрақтылығымен. Молекулаларды құрайтын гидрофобты радикалдарының арасында когезиялық әрекеттесу жоғарлағандықтан спирт және қышқыл

гомологтар молекулаларының көмірсутек тізбегі ұзындағанда адсорбциялық қабықшалар құрымылы бойынша неғұрлым тығызданады.

Сонымен, төмен спиртерінің концентрациясы артқан сайын олар жақсы көбіктенеді, ал жоғары молекулалық спиртерінің көбіктенуі шектелінген, C_8 спиртерінен басталып көбіктену дәрежесі ноль дейін төмендейді.