МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ 4. 1 Тарау. Мұнай өңдеуді дамытудың басымдықтары. қалдық мұнай шикізатын өңдеу процестері 5. 1.1. «Мұнайөңдеу және мұнайхимиясындағы инновациялық технологиялар» курсының мақсаты. 5. 1.2. Қалдық мұнай шикізатын өңдеудің термиялық 8 процестері. 1.3. Қалдық шикізатты өңдеудің термоконденсация процестері 13. 1.4. Шикізат, каталитикалық процестер катализаторлары. Катализаторлар деметаллизациясы. 20. 2 Тарау. Мұнай қалдықтары мен ауыр мұнайларды одан әрі өңдеу үшін тазалау процестері және қалдық шикізаттың каталитикалық крекингі 32. 2.1. Ауыр мұнай қалдықтарын деасфализациялау. 32. 2.2. Қалдық шикізаттың өндірістік каталитикалық крекинг қондырғылары. 38. 2.3. МSСС процесі («Барко» фирмасы). Ресейдің 1А1М, ГК-3, 43-103 каталитикалық крекинг процесінің қондырғылары 42. 3 Тарау. Ауыр қалдықтарды өңдеу процестерінде сутегін қолдану 47. 3.1. Ауыр мұнай қалдықтарын өңдеудің гидротермиялық процестері 47. 3.2. Стационарлық катализатор қабаттағы гидрогенизация процестері 53. 3.3. Катализатордың қайнаған қабатындағы гидрогенизация процестері 59. 3.4. Қосымдармен гидрокрекинг 62. 4 Тарау. Мұнай қалдықтарын өңдеу сызбаларын оңтайландыру 67. 4.1. Ауыр қалдықтарды терең өңдеу сызбалары. 67.

4.2 Қалдық шикізатты өңдеудің әртүрлі сызбаларының техника- экономикалық көрсеткіштері 70. 5 Тарау. Мазут өңдеудің мини зауыттары және битум алу 74. 5.1 Мұнай өңдеуді тереңдету. 74. 5.2. Дәріс. ТЕРМАКАТ процесінің мүмкіндіктері 78. ӘДЕБИЕТТЕР 86. КІРІСПЕ. «Мұнайөңдеудің инновациялық технологиялары» курсында мұнай шикізатынан отын өндірісінің болашағы мен қазіргі жағдайы қарастырылады, мұнай өнімдерінің сапасын жақсарту жолдары көрсетіледі. Дәрістің мазмұны осы мәселе бойынша шетелдік материалдармен мұнай өңдеуде отандық ғылым мен техниканың жетістіктеріне салыстырмалы баға береді. Кіріспе дәрісте мұнай, газ, мұнай өңдеу және мұнай-химия салаларының алдында тұрған міндеттерді анықтайды. Барлық бөлімдер белсенді оқыту әдістерін қолданумен ұсынылған, магистранттар мұнай шикізатынан отын алу үшін заманауи процестерді, олардың құрамын және қасиеттерін зерттеу әдістерін зерттеп, процестердің оңтайлы технологиялық параметрлерін анықтайды. Материалды баяндауда плакаттар, сызбалар, диаграммалар, слайдтар пайдаланылды. «Мұнайөңдеудің инновациялық технологиялары» пәнін оқытудың мақсаты магистранттардың, мұнай және газ терең өңдеу, өнеркәсіп өндірісінің дамуын болжау, мұнай және газ терең өңдеу процестерін дамытудың жай-күйі мен болашағын зерделеу, мұнай өңдеу зауыттарының жұмысы үшін мамандар дайындау және мұнай-химия зауыттары, мұнай және газ өндіру, сақтау және қолдану үшін алдын-ала кәсіпорындар мен ұйымдарда, сондай-ақ ғылыми-зерттеу және жобалау облысында білімдерін кеңейту және тереңдету болып табылады.

Пәннің негізгі міндеті магистранттардың мұнай мен мұнай қалдықтарын терең өңдеу сызбаларын талдау, мұнай мен газды қайта өңдеудің технологиялық сызбаларын жетілдіру мәселелерін ұтымды шешу, МӨЗ-де қондырғыларды біріктіру бойынша оңтайлы шешімдер қабылдау, заманауи отандық және шетелдік процестердің көрсеткіштерін салыстыру дағдыларын дамыту болып табылады, өңдеу, мұнай өңдеуде химмотология және экология мәселелерін білу. 1 ТАРАУ. МҰНАЙ ӨҢДЕУДІ ДАМЫТУДЫҢ БАСЫМДЫҚТАРЫ. ҚАЛДЫҚ МҰНАЙ ШИКІЗАТЫН ӨҢДЕУ ПРОЦЕСТЕРІ. 1.1. «Мұнайөңдеу және мұнайхимиясындағы инновациялық технологиялар» курсының мақсаты. «Мұнайөңдеу және мұнайхимиясындағы инновациялық технологиялар» дәрістер курсы «Органикалық заттардың химиялық технологиясы» арнайы курсының құрамдас бөлігі болып табылады және мамандықтың барлық жалпы техникалық және арнайы курстарымен байланысты. Дәрістер курсы мұнай және газды терең өңдеу саласындағы студенттердің білімін кеңейтуге және тереңдетуге, осы саланың дамуына болжам жасауға, мұнай және газды терең өңдеу процестерінің дамытудың жай-күйін және болашағын зерттеуге арналған. Пәннің негізгі тапсырмасы: мұнайдың қалдықтарын, мұнайды терең өңдеу сызбаларын, мұнай өңдеу технологиялық схемаларын жетілдіру мәселелерін ұтымды шешу, мұнай өңдеу зауыттарындағы қондырғыларды біріктіру бойынша оңтайлы шешімдер қабылдау, қазіргі отандық және шетелдік процестердің технологиялық және экономикалық көрсеткіштерін салыстыру дағдыларын дамыту, терең өңдеу, мұнай өңдеудегі экологиялық проблемаларды қарастыру болып табылады. Мемлекеттік стандартта белгіленген талаптарға сәйкес маман мұнай, мұнай және мұнай өнімдерінің қазіргі заманғы талаптарына сәйкес алу үшін мұнайды терең өңдеу технологиясының негіздерін білуге және мұнай өңдеу саласы бойынша техникалық прогрестің негізгі бағыттарын білуге тиіс. Қазақстандағы және жақын және алыс шет елдердегі мұнай және газ өнеркәсібі саласы мен мұнайгаз өңдеудің жай-күйі мен болашағы. Қазақстан мұнай-газ саласының дамуында үлкен жетістікке қол жеткізді және халықаралық тәжірибенің ел үшін маңызы өте үлкен, бірақ Қазақстан экономикасының өзіндік дамуы бар, сондықтан оның әдістерін, өз көзқарастары мен артықшылықтарын пайдалану, мұнай-газ саласын тиімді басқаруға \өркениетті және тиімді қол жеткізу қажет. Қазақстан өндіруші саланың ашықтығын арттыру туралы бастамаға Өзара түсіністік туралы меморандумға қол қоюға дайын. Бастаманың бір бөлігі ретінде көмірсутек ресурстарын өндіретін ұлттық және шетелдік компаниялар бюджетке бөлінетін қаражат туралы деректерді ұсынуы тиіс. «ҚазМұнайГаз» ҰК АҚ осы бастамаға қосылуға өз келісімін берді, ал болашақта басқа компаниялар оның үлгісін ұстанатын болады. 2004 жылы Қазақстанға тікелей шетелдік инвестициялардың келуі 5,5 млрд. АҚШ долларынан асты. ТМД елдерінің арасында Қазақстан Ресейден кейін тікелей шетел инвестицияларын тарту бойынша екінші орында тұр. 1993-2004 жылдары республика экономикасы үшін 30 миллиард доллардан астам тікелей инвестиция тартылды. Жер қойнауын пайдалану саласындағы инвестициялардың басым бағыттары минералды-шикізат кешені, көмірсутегі шикізатын барлау және игеру болып табылады. 1997 жылы көмірсутегі шикізатын барлау мен өндіруге жұмсалған инвестиция көлемі 1,47 млрд. долларды құраса, онда 2000 жылы бұл көрсеткіш екі есе артып, 2,9 млрд. долларға жетті. 2004 жылы көмірсутекті барлау мен өндіруге инвестициялар 7,3 млрд. АҚШ долларын құрады, бұл 1997 жылмен салыстырғанда 5 есе жоғары. 1997-2004 жылдардағы инвестициялардың жалпы көлемінен, шетелдік инвестициялардың үлесі 85,4%, ішкі инвестиция - 14,5% құрады. Жалпы алғанда, көмірсутегі шикізатын өндіруге ең көп бөлігі (84%) жіберілді. 2005 жылдың бірінші жартыжылдығында инвестициялардың көлемі 4,2 млрд. АҚШ долларын құрады немесе олардың жалпы көлемінің 73% - ы минералды шикізат кешенінде. Әлеуметтік саланы және өңірлердің инфрақұрылымын дамытуға жұмсалған шығыны 47,6 млн. долларды құрады. Сервистік компанияларды қоспағанда, жалдамалы қызметкерлердің жалпы саны 40944 адамды құрады. Энергетикалық ресурстар және оларға қолжетімділік - отандық және сыртқы саясаттың маңызды мәселелерінің бірі, еліміздің ұлттық қауіпсіздігінің маңызды құрамдас бөліктерінің бірі. Қазақстанның энергетикалық ресурстары оның дамуының ұзақ мерзімді басымдықтарының бірі болып табылады. Стратегиялық мақсат - тұрақты экономикалық өсуге және халықтың өмір сүруін жақсартуға мүмкіндік беретін кірістерді генерациялау мақсатында мұнай мен газды өндіру мен экспорттауды жылдам арттыру арқылы оларды тиімді пайдалану. Мұнай-газ секторы Қазақстан экономикасының ең қарқынды дамып келе жатқан салаларының бірі болды және стратегиялық маңызға ие. Мұнай өндіру - Қазақстан экономикасының негізгі және қарқынды дамып келе жатқан саласы. Мұнай-газ секторындағы салық түсімдері бюджеттің кірістерінің үштен бір бөлігін қамтамасыз етеді. Мұнайхимиясыны дамыту. Мұнай және газды өңдеудің болашағы. Пайдаланып отырған кен орындарында да, Каспий қайраңындағы жобалардағы мұнай мен ілеспе газды өндірудің болжанған өсуі шикізатты бастапқы өңдеу үшін ғана емес, сондай-ақ негізгі мұнай-химия өнімдері мен жоғары қосылған құны бар өнімдерді өндіру кезінде кешенді өңдеуге арналған бірқатар мәселелерді шешуді талап етеді. Қазақстанның инвестициялық саясатының таяу және ұзақ мерзімді болашаққа арналған маңызды бағыты мұнай өңдеу қуаттарын дамыту және мұнай-химия өнімдерін өндіру болып табылады. Мұнай-химия кешенін дамытудың мүмкін бағыттары. 2004-2010 жылдарға арналған мұнай-химия өнеркәсібін дамытудың салалық бағдарламасы әзірленді. Оның шеңберінде Қазақстан Республикасында мұнай-химия саласының құрылысы мен дамуының негізгі шарттары анықталып, мұнай-химия өндірістерін салу үшін инвестициялар тартатын заңнамалық, нормативтік-құқықтық база әзірленді және бекітілді. Мұнай химиясында инвестициялық артықшылықтар. Мұнай-химия өнеркәсiбiнiң өндiрiстiк әлеуетiн дамыту және өзара байланысты мұнай- химия өнеркәсiбi кешенiнiң құрылысына инвестициялар тарту үшiн қолайлы жағдайлар жасау үшiн Қазақстан Республикасының Үкiметi салықтық жеңiлдiктердi белгiлейдi: Республиканың Салық кодексі «Мұнайхимия өнеркәсібінде жұмыс істейтін кейбір ұйымдарға салық салу» 119-1-баппен толықтырылды, оған сәйкес мұнай-химия кәсіпорындарын мемлекеттік қабылдау арқылы өндіріс объектілерін қабылдаған күннен бастап бес жыл ішінде инвестициялық жобалар бойынша корпоративтік инвестициялық кірістерді салық салудың жеңілдетілген режимі комиссиялар; Бұдан басқа, өзара байланысты мұнайхимиялық өндірістер кешенін салу үшін инвестицияларды тарту мақсатында арнайы экономикалық аймақтың артықшылығын пайдалана отырып, Атырау облысындағы Ұлттық индустриялық мұнай-химия технопаркін құру бойынша ұсыныстар әзірленуде. Отандық инвесторлар көмірсутегі шикізаты негізінде мұнай-химия өнімдерін жасау мен дамыту бойынша белсенді жұмыс жүргізе бастады. Стратегиялық мүдделерге сүйене отырып, Қазақстан: мұнай-химия және мұнай-газ саласын дамытуда капиталды қажет ететін жобаларға инвестициялар тартуды; мұнай-газ жабдықтарын өндіру бойынша бірлескен кәсіпорындар құру; қазақстандық компаниялар мен мамандарды ынтымақтастыққа барынша тарту; өзара тиімді қарым-қатынастардың одан әрі өсуіне ықпал ету; шағын және орта бизнестің дамуын ынталандыруға мүдделі екендігін айтуға болады. ӨЗІН-ӨЗІ ТЕКСЕРУ СҰРАҚТАРЫ: 1. «Мұнай өңдеу және мұнайхимиясындағы инновациялық технологиялар» курсының тапсырмасы. 2. Қазақстанда мұнай-газ саласын дамытудың жағдайы мен болашағы және мұнай мен газды өңдеу. 3. Мұнайды өңдеудің негізгі бағыттары. 1.2. Қалдық мұнай шикізатын өңдеудің термиялық процестері. МӨЗ басты көрсеткіші - мұнай өңдеу тереңдігі. Мұнайдың негізгі құндылығы бензин мен дизель фракцияларының потенциалды құрамында болатыны белгілі. Мұнайдан неғұрлым жеңіл ашық мұнай өнімдері неғұрлым көп алынса, онда энергиясы және ақшасы бойынша мейлінше бағалы болады, ол қажетті мұнай өндіру және өңдеу көлемін азайтады. Мұнай өңдеу тереңдігі - мұнай өңдеу зауытының техникалық және экономикалық жетілдірілуінің негізгі көрсеткіші болып табылады. 93-95% іс жүзінде барынша қол жеткізілетін нәтиже болып табылады, ал 50% ең төменгі шегі болып табылады, бұл мұнай өңдеуге жұмсалатын шығындарды өтеуге мүмкіндік береді. АҚШ пен Ресей арасындағы мұнай өңдеудің тереңдігіндегі айырмашылық 25% -ды құрайды, американдық мұнай өңдеушілер Ресей мұнай өңдеу зауыттарына қарағанда 250 кг-ға артық мұнай өңдейді. Бұл ақшаға айналдырғанда едәуір қомақты сан. Қазіргі уақытта Ресейде шамамен жылына 170 млн. тонна мұнай өңделеді, ал егер оның өңдеу тереңдігін арттырса, онда тереңдіктің әрбір қосымша пайызы ондаған миллиард рубль қосымша пайда болып табылады. Негізгі көзқарастардың бірі: мазут - жылу және ыстық сумен қамтамасыз ететін қалалық қазандықтарда жанатын қазандықтың негізгі отыны, ал егер бензин мен дизель отыны өндірілсе, онда мазут аз қалады. Қысқы жылыту маусымында ауыр мазут сұранысқа ие және қазандық отынының бағасы 2-3 есеге артады. Дегенмен, мазут отынына өте тиімді балама табылды - қазандықтар мен ЖЭС зауыттарының жұмысы табиғи газға ауыстырылды, бұл экономикалық тиімді және экологиялық таза. Мұнай өндіру және тасымалдау шығындарының ұлғаюына байланысты мұнай өңдеу тереңдігінің өзектілігі артып келеді. Дүние жүзіндегі мұнай қорларының шекті болуы шикізаттың дәстүрлі емес түрлерін - ауыр және битуминозды мұнайлардың әдеттегі мұнайлардың қорларынан асып кетуі оларды өңдеу қажеттілігіне әкеледі. Бұдан басқа, мұнай өңдейтін зауыттар қазандық отынын пайдаланудың азаюына байланысты, сондай-ақ олардың құрамындағы күкірттің мөлшерін (0,25- 0,15) шектейтін ЕЭК нормаларын енгізуге байланысты ауыр қалдық фракцияларды пайдалану мәселелері тұр. Ауыр қалдықтарды өңдеу процестері: висбрекинг, термиялық крекинг, дезасфальтизация, кокс, битум өндірісінің бірқатар кемшіліктері бар, төменгі конверсия тереңдігі, тұрақсыз бағасы төмен жанама өнімдердің (асфальт, газ, калориялық газ және бензин) алынуыі, оларды кейіннен сапалы тауарлық өнімдерге дейін өңдеуді қажет ететеді. Мұнай өңдеу зауыттарында келешекте бастапқы қоспадан арзан өнімді шығаруға болмайды. Шикі мұнайға деген бағаның айтарлықтай бағаға жеткендіктен, мысалы, гудроннан кокс (салмағы 35% дейін) алу тиімсіз болып қалады. Зауыттарда құрамында көп мөлшерде күкірттің және металдардың жоғарғы мөлшері бар ауыр қалдықтардың артық болуынан сенімді және ұзақ мерзімді сатылымдар болмауынан үлкен қиындықтар туындауда. Сондықтан ауыр қалдықтардың өңдеу құрылымын көліктер үшін отынның максималды көлеміне айналдыру қажет. Бензин мен дизель отынын максималды өндіру зауытқа тікелей байланысты, сондықтан тікелей технологиялық қондырғыларда біртіндеп қазандық отын өндірісін нөлге дейін жеткізу тиімді. Ол үшін сутегі үлесінің ұлғаюы және көміртектің үлес салмағы азайған көрінетін шығарылған қалдықтарды тазалау қажет. Ол үшін шығарылған қалдықтарды тазалауға қажетті сутегі үлесінің ұлғаюы және көміртектің үлес салмағы азаюы қажет. Мұнай қалдықтарын өңдеу процестерінің жіктелуі. Қазіргі уақытта мұнай қалдықтарын қайта өңдеу процестері физикалық және химиялық болып жіктеледі. Физикалық процестер - вакуумдық дистилляция, төмен молекулалық алкандармен (пропан, бутан, жеңіл бензин) сольвенттік дезасфализация, полярлық еріткіштермен экстракциялық тазалау, еріткіш ортасында кристаллизациялаумен депарафинизациялау, күкірт қышқылдық деасфализация процестері. Бұл процестердің басым бөлігі еріткіштерді қалпына келтіру қажеттілігіне байланысты, үлкен энергия шығынымен сипатталады, сонымен қатар қалдықтардан тек физикалық процестердің көмегімен мотор отындарын алуға болмайды, сондықтан терең химиялық өңдеу үшін шикізатты дайындау процестері ретінде қарастырылады. Химиялық процестер: процестердің үш түрі кең қолданысқа ие. - шикізатқа (кокс, крекинг-қалдық, ауыр газойл) қарағанда көміртегіге байырақ өнім шығаруға негізделген термиялық және термокаталитикалық процестер, ол бір мезгілде бастапқы шикізатпен салыстырғанда сутегіне әлдеқайда бай төменгі молекулалы олефиндері бар деструкция өнімдері түзіледі. - төмен және орта молекулалық фракциялардың түзілуімен немесе күкірт, оттегі, азот, металдардың аз мөлшері бар тазартылған өнімнің қалыптасуымен сырттан сутегінің енгізілуіне негізделген гидротермиялық және гидрокаталитикалық процестер. - құрамында оттегі бар қосылыстар - спирттер, эфирлер, кетондар, альдегидтер синтездеу және тотқтырып конденсациялау (битум алу) үшін көміртегі оксидтері мен сутегінің қалыптасуымен бу-оттегін және буды газификациялау (конверсия) кокс, ауыр мұнай қалдықтарының термо- және каталитикалық тотығу процестері. Ауыр көмірсутекті шикізаттарды термиялық өңдеу процестері. Ауыр көмірсутек шикізатын өңдеудің термиялық процестеріне жататындар висбрекинг, термиялық крекинг, баяу кокстеу, «флюид» кокстеу (жылутасымалдағыштың «қайнаған» қабатында), сондай-ақ жылу процестерінің салыстырмалы түрде жаңа нұсқалары - флексикокинг, юрек, черри-2, эктив және т.б.. Висбрекинг. Кәдімгі шикізаты - гудрон болып табылады, бірақ ауыр мұнайларды, мазутты, асфальттарды өңдеуге болады. Висбрекинг технологиясы бойынша екі бағыт бар: - жоғары температура (480-500оС) реакция аймағында шикізаттың қысқа мерзімде тұру уақытымен біріктірілетін «пештік» немесе сокинг-секциясымен пештегі висбрекинг, бұл кезде шикізаттың реакциялық аймақта болу уақыты қысқа (1,5-2 мин.). - реакциялық камерадан шығарумен висбрекинг. Қажетті конверсия дәрежесіне мейлінше жұмсақ температуралық тәртіпте (440- 450оС) және ұзақ уақытта (10-15 мин.) қол жеткізеді. Бұл нұсқа экономикалық жағынан мейлінше тиімді, яғни бірдей немесе басқа конверсиялар кезінде пештің жылулық жүктемесі төмен. Бірақ қазандық отыны ретінде қолданылатын крекинг-қалдық құрамындағы күкірт, бастапқы шикізатпен салыстырғанда төмен емес, яғни күіртті отынды қолдану экологиялық мәселелерді шешпейді. Күкірті аз қазандық отынын алу үшін баламалы нұсқа ретінде ауыр гудронды висбрекингке түсіріп, соңғы қайнау температурасы 590оС дейінгі гидрокүкіртсізденген тереңвакуум газойлі өндіріледі. Оларды араластырғаннан кейін күкірті мейлінше төмен қазандық отыны алынады. Висбрекинг қондырғысының технологиялық сызбасы процестің мақсаты бойынша анықталады: максималды мөлшердегі қазандық отынын алуға бұл кезде газ бен бензин шығымы минималды болады немесе дизел отыны типіндегі жеңіл дистилляттардың максималды мөлшерін қамтамасыз ететін сызбалар бар. Қазандық отынын алу мақсатындағы висбрекинг қондырғысын пайдалану тәжірибесі, ауыр шикізатты қолдану кезінде гудронның тұтқырлығын максималды деңгейге дейін төмендететіндігін көрсетті. Сондықтан процесінің селективтілігін жоғарлату үшін висбрекингке аурланған фракцияларды түсірген дұрыс, бұл крекинг-қалдықтан қазандық отынын алу үшін еріткіштердің минималды шығынын қамтамасыз етеді. Тұтқырлықтың рұқсат етілген төмендеу деңгейі шикізат табиғатына тәуелді және отын тұрақтылығымен лимиттеледі. Процестің 450-460оС температура кезінде тұтқырлық төмендеуінің мейлінше төмен деңгейі өтеді, температураның одан әрі өсуі қалдық тұтқырлығының төмендеуі өте аз. Жаңа технологиялық процесс - су буының қатысуымен өтетін каталитикалық висбрекинг. Бұның дәстүрлі процестен ерекшелігі дистиллятты фракциялар шығымының жоғарылығы, висбрекингке тән капиталдық шығындардың төмен болуы сақталады. Қалдық шикізатты термиялық крекинг жүретін температураға дейін қыздырады. Дегенмен, полимерлеу реакциялары дистилляттардың шығуын азайтады және асфальтендердің шығымын жоғарылататын дәстүрлі термиялық крекингке қарағанда, полимерлеу және конденсация реакциялары бұл процесте болмайды. Бұған процесте түзілген радикалдарды жұмсақ гидрогенизациялау нәтижесінде қол жеткізіледі. Гидрогенизация белсенді катализатордың (қоспаның) қатысуымен шикізатқа қосылатын аз мөлшердегі судан (будан) сутегінің берілуі нәтижесінде пайда болады. ӨЗІН-ӨЗІ ТЕКСЕРУ СҰРАҚТАРЫ: 1. Қалдықтарды өңдеудің қандай процестері физикалық, қандайы химиялық процестерге жатады? 2. Гудронды термиялық крекингтің ауыр газойлімен біріктіріп висбрекинглеу процесінің қандай артықшылығы бар? 3. Каталитикалық висбрекинг процесінің артықшылығы неде? 1.3. Қалдық шикізатты өңдеудің термоконденсация процестері. Крекинг-қалдықтың термоконденсациялық пек өндірісі. Соңғы жылдары өнеркәсіптің бірқатар салаларында үнемі ұлғайып келе жатқан көлемде қолданылатын таскөмірден жасалған пекті ауыстыру мәселесі өзекті болып келеді. Бұл жетіспеушіліктің ұлғаюына және таскөмірден алынған пектің жоғарғы канцерогендігіне байланысты болып отыр. Пек - жылтыр қара немесе қоңыр түсті битумды материал. Қалыпты жағдайда бұл қатты зат болып табылады және қыздырған кезде тұтқыр күйге айналады. Қолдану облысына байланысты пекті төмендегідей бөледі: • сіңдіру; • брикеттеуші-байланыстырушы көмірді кокстеу алдында үшін брикет-байланыстырғыш ретінде қосылады, түсті металлургияға арналған коксбрикет; • өзін-өзі пісіру немесе пісірілген анодтарды, графиттелген электродтарды, электрлі көміртекті өнімдерді және графитті негіздегі құрылымдық материалдарды өндіру кезінде пайдаланылатын байланыстырғыш заттар; • талшық түзетін пектер; • арнаулы; • кокстеу үшін шикізат. Пектің және мұнай коксының мейлінше көп мөлшері анодтар мен графиттелген электродтарды өндіру үшін (пекпен кокс шихтасын араластыру, қыздыру, престеу, пісіруге) қолданады. Пек бұл кезде келесі функцияларды атқарады: араластыру және престеу кезінде қатты толықтырғыштың бөлшектерін байланыстырады; күйдіру кезінде өзінің пісіру қасиетін көрсетуі есебінен берік кокс байланысын көрсетеді. Пек алу үшін дефицит емес мұнай қалдықтарын қолдануға болады: деасфальтизация асфальты, висбрекингтің крекинг-қалдығы, гудрон және т.б.. Бұл қалдықтардың кокстелуі - 10-25% және жұмсару температурасы төмен, құрамындағы асфальтендер мен карбендердің мөлшері аз, сондықтан пек ретінде алдын-ала термиялық өңдеусіз-термоконденсация қолданылуы мүмкін емес. Бұл процесс жүру жағдайы бойынша көп жағынан термокрекингке және висбрекингке ұқсас, бірақ төменгі температурамен (360-420°С) және қысыммен (0,1-0,5 МПа) ерекшеленеді, ал ұзақтығы (0,5-10 сағ) және аппаратуралық рәсімделуі бойынша баяу кокстеуге ұқсас. Ресейде мұнай қалдықтарының термополиконденсациясындағы ғылыми және практикалық жасақтаулары баяу кокстау қондырғыларында кішігірім қайта құрудан кейін, сондай-ақ екі сатылы крекингтің (висбрекингтің) крекинг-қалдығынның термополиконденсациясы өндірістік жағдайда жүргізу жүзеге асырылды. Сонымен, әлемдік мұнай өңдеуде мұнай өңдеуді тереңдету қажеттілігіне байланысты, термиялық процестерге крекинг және висбрекингке қызығушылық қайтадан пайда болады, себебі төмен тұтқырлықты, қату температурасы төмен, мұнайға немесе электродтық пекке есептегенде салыстырмалы түрде шығымы аз, дистилляттар өндірісін ұлғайтуға мүмкіндік беретін қарапайым және қолжетімді процестер. МӨЗ сызбасына висбрекинг процесін немесе біріктірілген қондырғыны қосу қалдықтарды өңдеудің ыңғайлы жүйесін жасақтауға, қазандық отынын максималды (шикізатқа есептегенде 90-92%) немесе қалдықтың 60% деңгейінде қазандық отынымен бірге бензин мен дизел отынын максималды максималды өндіруге мүмкіндік береді. Қазіргі уақытта әлемнің көптеген елдерінде дамыған мұнай өңдеумен, ауыр мұнай қалдықтарынан термополикконденсациялау арқылы мұнай пешінің өндірісі бойынша жаңа процестер жасақталуда және өнеркәсіптік ауқымда жүзеге асырылуда. Юрек процесі (фирма «Куреха», Жапония). Бұл гудронның термокрекинг процесі болып табылады, қыздырылған су буының қатысымен жүреді, сызба бойынша баяу кокстеу сызбасына жақын. Мұнай пешінің жұмсару температурасы 226-241°С, Нефтяной пек имеет температуру размягчения 226-241°С, жоғары кокстелу қабілетімен ерекшеленеді және хинолинде ерімейтін заттардың айтарлықтай мөлшері бар, бұл осы пектің төмен «мезогендік» екендігін көрсетеді. Оның құрамында үшөлшемді карбоидты бөлшектер бар, бұл бөлшектердің болуы оның пайдалану қасиетін төмендетеді, мысалы, арнаулы мақсатқа арналған кокс, көміртегі талшығы өндірісінде. Сондықтан, мұндай пекті шектеулі жолмен қолданылады және көбінесе «синтетикалық көмір» түрінде немесе коксхимиясы өндірісі үшін пісіруші қоспалар түрінде қолданылады. Жапонияда қуаты жылына 1 млн. тонна Юрек процесінің қондырғысы табысты жұмыс істеуде, онда 650 000 тонна дистилляциялық фракциялар және 300 мың тонна жоғары жұмсару температурасы бар, металлургиялық кокс өндірісінде байланыстырушы ретінде қолданылатын пек алынады. Мұндай қондырғының үшеуі Қытайда бар. HSC процесі. Юрек процессінен айырмашылығы жапондық фирмалар «Тойо Инженеринг корпорейшн» және «Митцуи Кован Кемикал» компаниясы әзірлеген HSC процесі алып шығу реакция камерасымен дәстүрлі термиялық крекинг процесін еске түсіреді. HSC процесінің дистилляттары сапалық көрсеткіштері бойынша кәдімгі гудронның термиялық крекингісінің дистилляттарының көрсеткіштерімен іс-жүзінде бірдей. Балқу температурасы 144-155°C пек құрамында күкірттің айтарлықтай мөлшері (5% -дан астам) болады және коксохимия өндірісінде пісіруші қоспалар немесе брикеттерге байластырғышы ретінде пайдалану үшін ұсынылады және жол битумының құрамды бөлігі ретінде де пайдаланылуы мүмкін. «Юрека» және HSC процестерінің өнімдерінің шығымы мен сапасын салыстыру олардың негізінен крекирленетін шикізат өзгерістерінің тереңдігімен ерекшеленеді. «Юрек» процесінде реакторда шикізаттың болу ұзақтығының есебінен оның конверсиясы үлкен, бұл 65-70% дистиллятты өнімдерді алуды қамтамасыз етеді. Процесс 1988 ж. Германияда жүзеге асырылған, мұнда шикізат бойынша қуаты 700 мың т/жыл қондырғы жұмыс істейді. Эктив - «Ниппон Минигэс» фирмасы жасақтаған термиялық крекинг процесі. Бұл процестің негізгі өнімі шойын және болатты балқыту кезінде қолданылатын брикет пегі (синтетикалық кокстелетін көмір) болып табылады. Бұл процесті баяу кокстеу процесінің модификациясы ретінде қарастыруға болады, Этот процесс можно рассматривать как модификацию процесса замедленного коксования, ол 66 кПа-дан төмен реттелетін су буын берумен, көмірсутегі буларының жалпы қысымы мен парциалды қысымының төмендеуі кезінде жүзеге асырылады. Реактор бойынша температураның төмендеуі (шикізат кірісінен өнімнің шығысына дейін) 150-200°C құрайды, ал баяу кокстеуде тек қана 40-60°C. Кокстағы ұшқыш заттардың мөлшері салмағы бойынша 20-40% құрайды, ал баяу кокстеуде 8-10%, яғни бұл өнім іс-жүзінде жартылай кокс болып табылады. Ауыр мұнай қалдықтарын өңдеудің каталитикалық емес термототықтыру процестерді

Ауыр мұнай қалдықтарын өңдеудің каталитикалық емес термототықтыру процестеріне буоттекті газификация, бу конверсиясы, тотықтыру пиролизі, тотықтырып конденсациялау (битум алу) жатады. Флексикокинг («Exxon Research»), «Флексикокинг» процесін модифицирленген «флюид» кокстеу нұсқасы ретінде қарастыруға болады, Процесс «флексикокинг» можно рассматривать как модифицированный вариант коксования «флюид», соңғысынан ерекшелігі флексикокинг процесінде жоғарғы күкіртті шаң тәрізді кокс орынына (моноэтаноламинмен) тазартуға жеңіл түсетін төменкалориялы отын газы алынады. Процесс битумды құмнан алынатын мұнайды қоса есептегенде, 99% мас. дистиллятты өнімдер мен газдарды алумен кез-келген сападағы қалдық шикізатты өңдеу үшін қолданылуы мүмкін. Газ құрамында шамамен 1% күкіртті сутегі, кокста 2,5% көбірек күкірт, ал шикізатпен келіп түсетін металдардың шамамен 99% шөгінді кокста шоғырланатындығын атап өтуге болады. Қазіргі уақытта әлемде мұндай бес қондырғы жұмыс істеуде. Алайда, әдетте, бұл процесті төмен калориялы отын газын тұтынушылар болған кезде ғана экономикалық жағынан өзін ақтауы мүмкін. Флексикокинг процесінің технологиясы одан әрі дамыды. Қондырғы сызбасына екінші газификация реакторы қосылды. Бұл кезде бірінші реакторға тек ауа беріледі, кокстың ауамен ішінара тотығуы жүреді, ал екіншісінде су буының әсерінен синтез-газ түзіледі. Екі газификаторды пайдалану отын газын өндіруге 20% -ға азайтуға мүмкіндік береді және сонымен бірге сутегі өндірісін қамтамасыз етеді, кокстеудің сұйық өнімдерін гидрокүкіртсіздендіруге қажетті мөлшерден едәуір асып түседі және сондай-ақ аммиак синтезіне де жарамды. Егер синтез-газдағы СО-ны СО2-ге конверсияламаса, онда мұндай газ метанол алу үшін жарамды. SGP газификация процесі («Шелл»). Бұл процесс мазутты газдандыру үшін 1956 ж. жасақталған. Негізгі шикізат ретінде 1970-ші жылдары вакуум қалдықтары қолданылды. Қазіргі уақытта SGP қондырғысында шикізат ретінде висбрекинг қондырғысының қалдықтары, төменгі молекулалы алкандармен гудронды деасфальтизация қондырғысының асфальты қолданылады. «Шелл» фирмасының газификациялау процесінде көмірсутектердің каталитикалық емес тотығуы арнайы горелкамен жабдықталған отқа төзімді футировкасы бар реакторда жүргізіледі. Горелка мен реактордың конструкциясы тотықтырғышты және берілетін қыздырылған өнім буының қоспасын толық араластыруды қамтамасыз ететіндей жасалған. Горелканы басқару сезімтал қауіпсіздік жүйесі мен процесті басқару блогынан тұрады. Температурасы шамамен 1300°С құрамында күйе мен күлі бар түзілген синтез-газ жылуын пайдалануға жылуалмастырғыш- утилизаторға бағытталады, мұнда шамамен 340°С дейін салқындайды, газификация өнімдерінің жылуының есебінен жоғарғы қысымдағы қаныққан су буы түзіледі. Өндірілген будың бір бөлігін шикізат пен тотықтырғышты қыздыруға, ал қалғаны бу трубинасын қозғалысқа келтіруге қолданылады. Жылуалмасудың екінші кезеңі тікелей жылуалмастырғыш- утилизаторға қосылған, қазандықтың сумен қоректендіру экономайзерінде жүзеге асырылады. Газдан көміртегі мен күлді екі сатыда сумен жуу арқылы жояды. Жуғыш құрылғы тез салқындайтын түтік пен көміртек сепараторынан, содан кейін насадкалы колонна - скрубберден тұрады. Тікелей су бүрку арқылы тез салқындайтын түтікте көміртегінің шамамен 95% бөлінеді. Скрубберде газ екі қозғалмайтын қабатта қарсы ағыспен жуылады. Пульпадан (судағы 1% көміртегі) көміртекті бөлгеннен кейін, суды рециркуляцияға скрубберге, көміртегі қайтадан газификацияға бағытталады. Газ құрамында шамамен 1 мг / м көміртегі болады және ол күкіртсіздендіру қондырғысына бағытталады. Күйеде ванадийдің көп мөлшері болуы мүмкін. (Қондырғының өнімділігі 100 т/сағ болған кезде 320 т/жыл ванадий алынуы мүмкін). Атмосфералық қысымға дейін тез түсіргеннен кейін пульпаны сүзеді және көпжүрісті пеште бақыланатын тотықтыруға түсіреді. Өнім құрамында шамамен 75% V2О5 бар, ванадий концентраты болып табылады. Су айдау колоннасына беріледі, мұнда одан H2S, CO, NH3 бөлінеді. Құрғақ газ Клаус қондырғысында арнаулы горелкада жағылады. Көптеген қондырғыларда сутегі және синтез-газ алу үшін жоғарғы қысым (60 МПа) қолданылады. Газификация өнімдері аммиак, метанол, синтетикалық отын, оксоспирттер өндірістерінде қолданылуы мүмкін. Көміртегі оксиді - сірке қышқылы, фосген, изоциан, акрил эфирлері, полиуретандар алу үшін қолданылуы мүмкін. Газтәрізді өнім отын ретінде, электр энергиясы өндірісі үшін, коммуналдық қажеттіліктер үшін қолданылуы мүмкін. Талдау көрсеткендей, жақын арада мұнай өңдейтін зауыттарда висбрекинг қондырғыларының ауыр қалдықтары артық мөлшерде болады, сондықтан ол энергия мен метанол өндірісі үшін пайдаланылады, бірақ негізінен электр энергиясын өндіру тиімді, өйткені метанол жеткілікті мөлшерде қол жетімді табиғи газдан өндіру аса үнемді болып табылады. ӨЗІН-ӨЗІ ТЕКСЕРУ СҰРАҚТАРЫ:

1. Қандай қондырғыларда термополиконденсация түйіндері қолданылады және бұл не береді? 2. Пешті кокстеудің алдын алу үшін не істеуге болады? 3. Термополиконденцияны қолданатын қандай процестерді білесіз? 4. Алынатын пек қайда қолданылады? 5. Ауыр мұнай қалдықтарын өңдеудің каталитикалық емес термототықтыру процестері қандай процестер жатады? 6. Каталитикалық емес термототықтыру процестерінде алынатын синтез-газ басқа өнімдерді қалай қолдануға болады? 1.4. Шикізат, каталитикалық процестер катализаторлары. Катализаторлар деметаллизациясы. Мұнайды терең өңдеуге ықпал ететін мейлінше кең таралған процестердің бірі - флюид каталитикалық крекинг (ФКК). Бұл процесте ауыр шикізаттар (вакуум газойлдары) дәстүрлі шикізаттар болып табылады, дистиллятты шикізаттармен қоспа немесе таза күйінде ауыр мұнай дистилляттары (мазут, гудрон) кеңінен қолданылады. Батыс Еуропа елдерінде, Жапонияда және әсіресе АҚШ-та қалдық шикізаттарды ФКК қондырғыларында өндірістік өңдеудің едәуір тәжірибесі жинақталған. АҚШ-та шамамен ФКК қондырғыларының 50% қалдық шикізатты өңдейді, Батыс Еуропа мен Таяу Шығыста шамамен 70 қондырғының 10- нан 100% қалдықты шикізат ретінде қолданады. Дегенмен, бұл процесс термиялық процестерге ұқсас сутегінің қайта таралуы болып мейлінше сутектенген мақсатты өнімдер түзіліп, сутегіге кедейленген кокс түзіледі, ол көптеген көрсеткіштері бойынша жақсы көрсеткіштер көрсетеді. Олардың ішіндегі маңыздылары-мейлінше жоғарғы шығым және өнімдер сапасы (әсіресе бензиннің), жанама өнімдердің болмауы, себебі процесте түзілген кокс регенераторда жағылады, ал бұл кезде бөлінген жылу крекингтің эндотермиялық реакцияларын жүргізу үшін және жоғарғы қысымдағы бу өндіру үшін пайдаланылады, ол тек қана процестің өзінің қажеттілігіне ғана жұмсалмайды, сонымен қатар сыртқы басқа қажеттіліктерге жұмсалады (ауыр қалдық шикізаттың ФКК энерготехнологиялық процесс ретінде қарастыруға болады). Бірақ қалдық және ауыр көмірсутекті шикізатты өңдеуге тән елеулі кемшіліктері бар, соның ішінде катализатордың тез дезактивациялануы, бұл шикізаттың жоғарғы кокстелуімен және ондағы металл-улардың (Ni, V, Na) мөлшерінің жоғары болуына байланысты. Мұнайдың қалдық шикізатын өңдеудің екі жолы бар-таза күйінде немесе оны алдын-ала дайындағаннан кейін. Ауыр шикізат түрлерін тікелей крекирлеу техникалық жағынан қарапайым әдіс болып табылады. Бірақ шикізатта бөгеде қоспалардың болуы, катализаторды дезактивация жасайды, процестің таңдамалылығын төмендетеді және өндірілетін өнімдердің сапасын нашарлатады. Қалдық шикізатты алдын-ала дайындау каталитикалық крекинг өнімдерінің шығымы мен сапасын жоғарылатады, бірақ процесс қымбаттайды. Каталитикалық крекинг шикізатының сипаттамасы. Каталитикалық крекингтің кәдімгі шикізаты- вакуум газойлі (фр.350- 500°С) және шикізаттың мейлінше ауыр түрлері арасындағы қасиеттерінде елеулі ерекшеліктер бар, олар өңдеуде қиындықтар туғызады. Шетелдерде, қалдық шикізатты өңдейтін қондырғыларға шикізатта 538°C жоғары қайнайтын 5% -дан астам фракциясы бар шикізатты өңдейтін қондырғылар жатқызылады. Вакуум газойлдарында, тіпті одан да көп мазуттарда және мейлінше ауыр қалдықтарда фракциялық құрамы ауырлаған кезде шайыр-асфальт заттары, құрамында күкірт- азот- және металл бар қосылыстардың мөлшері артады. Шикізатта күкіртті қосылыстардың болуы заманауи катализаторлардың белсенділігіне елеулі әсер ете қоймайды. Бірақ құрамында күкірт мөлшері 0,5% мас. көп шикізатты өңдеген кезде жоғарғы күкіртті отындар алынуға әкеледі, бұл ауа бассейнінің ластануына әкеледі, газдардағы құрамындағы күкіртті сутегінің және кокстегі күкірт мөлшерінің артуы, оларды регенерациялау кезінде атмосфераға түтін газдарымен шығарылуымен күкірт оксидтерінің (SO2 және SO3) лақтырылуы жүреді. Крекингтің ауырланған шикізатының фракциялық құрамы ванадий мен никель мөлшерінің артуына әкеледі. Егер газойл құрамындағы металдардың мөлшері 1 г / т дейін болса, онда мазутта 170 г/т дейін. Тиісінше, мұндай шикізатты өңдеу кезінде катализатордағы металдардың мөлшері 10000-30000 г/т (газойлді өңдеу кезінде 1000 г/т артық емес) болады. Катализаторға адсорбцияланған металдар пораларды жабады, белсенді орталықтарды блоктайды, бұл катализатордың дезактивациялануына алып келеді, оның дегидрогенизация қасиеттерінің артуына ықпал етеді, яғни, газ (соның ішінде сутегін қоса), олефинді және кокстың шығымы арттырады, ал бензиннің шығымы төмендетеді. Металдардың болуы белсенділіктің төмендеуімен бірге, катализатордың механикалық бұзылуына ықпал етеді. Никельдің улау әрекеті ванадийдің улау әсерінен 1,5-4 есе күшті деп есептеледі. Aдсорбцияланған металлдар катализатор бөлшектеріне 30-40 мкм тереңдікте терең енеді. Қалдық шикізатты шарикті катализаторлары бар қондырғыларда өңдеу кезінде металлдар беттік үйкелетін қабатта болады және катализатордың жұмысына елеулі әсер етпейді. Бөлшектердің мөлшері 70-80 мкм болатын микросфералық катализаторы бар крекинг қондырғыларында металлдарды шикізаттан тазарту бірінші кезектегі мәселе болып табылады. Катализатордағы металл мөлшерін оның күшейтілген жаңаруы арқылы азайту, егер бастапқы шикізатта олардың мөлшері 23 г/т-дан асатын болса, экономикалық жағынан тиімді болмайды.

Крекинг шикізатының құрамында 50 г/т металл болған кезде, өнімділік жылына 2,7 млн. тонна/жыл болса, (катализатор құрамында 1% металл болған кезде) катализатордың тәуліктік шығыны 36 тоннаны құрайды. Металдармен уланудың алдын алу үшін келесі жолдар қолданылуы мүмкін: - шикізатты алдын-ала деметализациялау, - жүйеде айналымға түсетін катализатордың бір бөлігін үздіксіз деметализациялау, - катализаторға металдардың уытты әсерін өтейтін қоспаларды қолдану. Азот қосылыстарының болуы катализатордың белсенділігін төмендетеді, улы азот оксидтерімен регенерация газдарын ластайды. Құрамында азоты бар органикалық қосылыстардың катализаторлардың белсенділігін төмендететіні, белсенді қышқылдық орталықтарды бейтараптандыратындығы анықталған. Сондықтан, шикізатты алдын-ала дайындау мақсатты крекинг өнімдерінің өнімділігін арттыруға және зиянды азот оксидтерімен қоршаған ортаны ластауды азайтуға мүмкіндік береді. Қалдық шикізатты катализатордың пораларында өңдеген кезде минералды тұздар мен механикалық қоспалар адсорбциялануы мүмкін. Бұл мәселе газойл фракцияларын өңдеу кезінде пайда болмайды. Ауыр шикізат құрамында механикалық қоспалар болмаған кезде хлоридтер шектеулі 5-10 г/тонна болуы тиіс. Жоғарыда көрсетілгендей, қалдық шикізаттың каталитикалық крекингі кокстың жоғары шығымымен бірге жүреді. Осылайша, Цеокар-2 катализаторындағы кокстың шығымы Батыс-Сібір мұнайының (350- 500°С) вакуумдық газойлін өңдеу кезінде 5% -ды құрайды, сол кезде бірдей жағдайда мазутты өңдеу кезінде кокс шығымы 14% асады. Коксты шығымының артуы мақсатты өнім бензиннің өнімділігін төмендетеді, сондай-ақ регенератордың көлемін ұлғайту қажеттілігімен, сондай-ақ коксты жанудың артық қызуын пайдалану қажеттілігімен процестің селективтілігін азайтады, себебі басқаша айтқанда процесінің жылулық балансы бұзылады. Коксты шығымы, ең алдымен, шикізаттың химиялық құрамына тәуелді. Қалдық шикізат құрамында көмірсутектердің, сутегіге кедей - ароматикалық және әсіресе полициклдік қосылыстар, шайырлар және асфальтендердің мөлшері көп. Бұл қосылыстар - «кокс алдындағы» топтары кокс шөгінділерімен катализатордың белсенді орталықтарын онымен алғаш рет жанасу сәттерінде экрандайды. Қалдық шикізаттардың жоғары қайнайтын фракциялары крекинг 490-530°C температуралары кезінде толықтай буланбайды, бұл оларды өңдеу кезінде кокс шығымының жоғары болуының себептерінің бірі болып табылады. Кокстың шығымының артуы реактордың булау аймағында көмірсутектерді толықтай шығарылмауымен байланысты регенераторда коксқа айналады. Катализатордағы кокс шөгіндісінің көбеюімен бірге, жабдықты кокстеу күшейеді. Кокс аппараттың қабырғаларына қонады, үйріткілердегі будың өтетін көлденең қимасын тарылтады, шлам сорғысының сору желісін, жылу алмастырғыштардың түтіктерін бітейді, колонна кубындағы тарелкаларға қонады, реактор футеровкасына сіңеді және оларды бұзады. Ауыр шикізатты өңдеу кезінде туындайтын проблемаларды шешу үшін мыналар қажет: • арнайы термиялық, буға төзімді және металл уларына төзімді, сондай-ақ пассивтеуші немесе металл қоспаларын ұстайтын катализаторларды, • газ және коксты аз түзетін катализаторларды жасақтау, • кокс шығымын азайтудың технологиялық әдістерін және шикізатты алдын-ала дайындау (тазалау), • жылуды алуға арналған арнайы ішкі және (немесе) сыртқы құрылғылары бар өнімділігі жоғары екі сатылы регенераторларды жасау, сондай-ақ, корпусты, түбін және ішкі құрылғыларын жоғары температурада қорғауды қамтамасыз етуді қарастыру, • түтін газдарын күкірт пен азот оксидтерінен регенератор мен скрубберлік тазалауда оларды қосылыстарға айналдыру үшін қоспалар арқылы тазалау,

• шикізатты диспергирлеуші агентпен мұқият бүрку, • шикізатты енгізу үшін катализаторлар мен инжекторлармен шикізатты араластыру тораптарының жаңа конструкцияларын жасау,

• барынша толық булану үшін шикізаттың парциалдық қысымының төмендеуі. Катализаторлар. Өнеркәсіптік крекинг катализаторлары ауыр шикізатты қозғалтқыш отыны ретінде пайдалануға жарамды изомерлі және ароматты C5-C15 құрылысты көмірсутектеріне айналдыруға арналған. Сонымен қатар, катализатордағы газдың пайда болуы және кокстың тұндыруымен сыйяқты жағымсыз жанама реакциялар пайда болады. Олар C5-C15 фракциясының түзілуінің жоғарғы таңдамалылығын, газдың және кокстың төмен шығымын және изопарафинді және ароматты көмірсутектердің жоғары шығымынын қамтамасыз етуі тиіс. Крекингтің катализаторлары олардың беттерінде коксты пайда болуынан белсенділіктерін жоғалтады. Ауыр және қалдық шикізатты крекингісі кезінде кокстың шығымдылығын төмендету үшін кокс шығымы бойынша жақсы селективтілігі бар арнайы катализаторлар әзірленді. Бұл катализаторлардың пораларының диаметрлері үлкен, олар көмірсутектердің конденсациялануына және оларды бітеуіне кедергі келтіреді. Бұдан басқа, олардың құрамына салыстырмалы түрде сутегі тасымалдау реакцияларының жылдамдығы төмендігімен сипатталатын, салдарынан полиядролық қосылыстар-кокс алдындағы қосылыстардың түзілуін азайтатын цеолиттердің жаңа түрлері кіреді. Шикізаттың ауырлауымен, цеолит құрамындағы катализаторлардың белсенділігі төмендейді, себебі ірі көмірсутек молекулалары тар (8-9 A) цеолит қуыстарына ене алмайды және катализатор катализатордың сыртқы бетінде ғана (10 м2/г) крекинг жүреді. Демек, қалдық шикізаттар үшін, кеңпоралы матрицасы бар пора диаметрі 500 А-дан асатын катализаторлар (Месопор деп аталатын) қолданылады. Матрица (АСА) ауыр металдардың цеолиттегі (бірінші кезекте V2O5) қозғалысына және оның бұзылуына кедергі болуы тиіс. Сирек кездесетін жер элементтері бар цеолиттің (РЗЭц) ұсынылған бұзылу механизмі бойынша, регенерация кезінде пайда болған V2O5 РЗЭ цеолитке Y шабуыл жасап, төмен балқыйтын өнімі - ванадат РЗЭц түзеді. РЗЭ O-V2O4-V2O5 жүйесінің балқу температурасы 540-дан 640 °C-ге дейін өзгереді. Ванадаттарды түзу үшін қажетті оттегі цеолит құрылымынан алынып, оның деструкциялануына әкеледі. Катализатордағы ванадийдің деактивациялық әсерін төмендету үшін ванадий қышқылымен белсенді өзара әрекеттесетін қоспаларды («тұзақтарды») енгізу ұсынылады. Көптеген әртүрлі қосылыстар тұзақтар ретінде, соның ішінде сілтілік жер металдарының, кремнийдің, титанның, цирконийдің, висмуттың, иттрийдің, қалайы мен вольфрамның оксидтері және т.б. патенттелген. Қалдықтарды крекингілеудің тиімді катализаторларын жасақтау үшін цеолиттерді жетілдіру одан да маңызды рөл атқарады. Алғашқы РЗЭ

цеолиттері ультратұрақты түрімен ауыстырылды, содан кейін термо және гидротермальды тұрақтылығымен ерекшеленетін LZ-210 типті өтежоғарғы кремнийлі цеолитке ауыстырылды. Осылайша, ультратұрақты цеолиттер температурасы 760°C жоғары және локалдық температура (шектеулі уақытқа) 1100°C-қа дейін көтере алады, ал LZ-210 цеолиті 800°C жоғары температураға төзе алады. Цеолиттердің жаңа түрлерінің маңызды ерекшелігі - кокс шығымының төмен болуы. Көп жағдайда бұл катализаторлардың қатысуымен сутекті тасымалдау реакциялардың жылдамдығы едәуір төмендейді, соның нәтижесінде көмірсутекті молекулалардың полиядролық қосылыстар түзумен кокс алдындағы қосылыстар түзу конденсациясы реакциялары күрт қысқарады. Екінші жағынан, ескі түрдегі цеолиттерде қуыстардың диаметрі кіре беріс терезелердің диаметрінен асып кетеді, соның салдарынан қуыққа кіретін және конденсациялық реакцияға енетін еселі байланыстары бар көмірсутек молекулалары қуыстарға кіреді және конденсация немесе Дильс-Альдер реакцияларына түсіп цеолит қуысынан шығып кете алмайды, бұдан әрі дегидрленеді және коксқа айналады. Мысалы ZSM сериясы сияқты жаңа цеолит түрлерінің геометриялық құрылымы мұндай кокстау механизмін жүзеге асыруға кедергі келтіреді. Қалдықтарды крекингілеуге арналған жоғары селективті, белсенді және тұрақты цеолиттерді, сондай-ақ ауыр металдарды «аулауға» қабілетті кішкене арнайы беті бар кең кеуекті матрицалар крекинг қалдықтарының жоғары тиімді катализаторларының жасақтауға мүмкіндік берді. Соңғы жылдары 60-тан астам жаңа катализаторлар сериясы - BMZ (АҚШ), KMR (Нидерланды), GRZ (АҚШ, Дэвидсон) және т.б. жасақталды, олар жоғарғы белсенділік көрсетеді. Қалдықтардың крекингтік катализаторларын одан әрі жетілдіру жаңа кремний-полиморфты молекулярлық торларды («ЮНИОН Карбайд» компаниясы), алюминофосфаттарды (ALCO) AlPO4 және силикаталюминофосфаттарды (CANO) SiAlPO4 пайдалануымен байланысты.

Пассиваторлар. Металға төзімді катализаторлармен (және кейде бірге) арнайы металдардың пассиваторлар пайдаланылады, олар аздаған қоспалар түрінде шикізатпен бірге беріледі. ККФ қондырғыларында пассиваторлар кеңінен қолданылады. Пассивацияның мәні катализаторға тұнатын металдардың белсенді емес (пассивті) күйге ауысуы, мысалы, шпинель сияқты қосылыстардың қалыптасуы нәтижесінде. Катализаторларды деметализациялау 1960 жылдары жасақталды, бірақ газойлде металдар концентрацияның төмен болуына байланысты оған деген қызығушылық жеткілікті түрде болмады. Қалдықтарды өңдеу қажеттілігі 70-ші жылдарда катализаторлардың деметализация процестерін жасақтау және енгізу үшін жаңа перспективалар ашты. «Атлантик Ричфилд» фирмасы құрамында цеолит бар катализаторды өңдеуге арналған «Демет II» процесін, ал кейінірек оның жаңа модификациясы - «Демет III» технологиясын әзірледі, ол металдарды қарапайым әдіспен ағын сулармен бөліп алады және оның бағасы мейлінше төмен. «Демет III» процесінің технологиялық сызбасы крекинг қондырғысы жүйесінен катализатордың 15% үздіксіз іріктелуін және келесі сызба бойынша оны өңдеуді қамтиды: катализаторға тұнған металлдарды активациялау, катализаторды химиялық өңдеу, ванадий мен никельді жою үшін оны сумен жуу, ағынды сулардан шлам алу және суды қайтадан жүйеге қайтару. Ағынды сулардан бөлінген шламдарда металдардың концентрациясы жоғары және оларды бөліп алу үшін пайдалануға болады. «Тексако» фирмасы катализаторды децентрализациялау процесін патенттеді, онда циркуляциялық катализатордың бір бөлігін (1/3) арнайы өңдеуден кейін ванадий мен никель жеңіл ұшатын қосылыстарға айналады және катализатордан бөлінеді. Катализаторда 50% кем емес ванадий мен 60- 40% никель қалады. Пассиваторларды Батыс Еуропада қондырғылардың 40% -дан астамы пайдаланады. Металдар хлормен өңдеуден кейін ұшқыш хлоридтер мен оксихлоридтер түрінде жойылады. «Галиф» фирмасы висмут пен марганец қосылыстарымен немесе олардың оксидтерімен контактінің нәтижесінде цеолит құрамды катализатордың деметализация процесін патенттеді. Қазіргі даму деңгейінде қалдықтарды крекингілеу технологиясын жетілдірудегі үлкен жетістіктерге қарамастан, бұл процестің мүмкіндіктері шектеусіз. Процестің жақсы техникалық-экономикалық көрсеткіштеріде массасы бойынша шамамен 10% дейін кокстелетін шикізатты пайдалану арқылы қол жеткізуге болады және бұл кезде ауыр металдардың мөлшері 30 мг/кг-ға дейін жетеді. ККФ көмегімен шикізатты тікелей өңдеудің пайдасы аз, әдетте, тиімсіз. Бұл жағдайда қалдықтарды дайындау қажет. Дайындау әдісі ретінде термиялық, гидрогенизация, адсорбциялық сольват және басқа да процестер қолданылады. ККФ үшін жоғары сапалы шикізатты дайындаудағы ең жақсы нәтижелер гидрогенизациялық процестер екендігін көрсетті. Олардың арқасында жоғары сапалы өнімнің жоғары шығыммен алынады, бірақ олар жоғары капитал және пайдалану шығындармен сипатталады. ККФ шикізатының гидродайындау дайындау процестеріне гидрокүкіртсіздендіру, гидродеметаллизация, жұмсақ және қатаң гидрокрекинг кіреді. Мазут пен гудронды гидротазалау процестері ККФ жоғары сапалы шикізатпен қамтамасыз етіледі, бірақ жоғары (10-15 МПа дейін) қысыммен және жоғары сутегі шығынымен (200 м3/т дейін) шикізат берудің төменгі көлемдік жылдамдығы кезінде жұмыс істейді. Капиталдық және пайдалану шығындарының жоғары болуынан басқа, оларды пайдалану мүмкіндігі кокстелудің жоғары шығымы, катализатордың жиі қалпына келу қажеттілігі, шикізатта салыстырмалы түрде аз (150 мг/кг) металл мөлшерінің рұқсат етілген шекті мөлшері, катализатордың жұмыс істеу мерзімінің аз болуы шектейді. Сондықтан гидротазалау процестері барлық уақытта экономикалық тұрғыдан тиімді болмайды. Каталитикалық крекингке арналған шикізатты гидротазалау процестерінен катализаторлардың стационарлық қабаттағы процестер жиі кездеседі. Белсенділігі, селективтілігі, пішіні, бөлшектердің мөлшері және диаметрі әртүрлі катализаторлардың 2-3 қабатын (сатыларын) пайдаланады. Бірінші сатыда деметализация 60-80%, 2-3-күкіртсіздендіру 30%, кокстау жылдамдығын 50% төмендетеді. АҚШ-тың «Шеврон», «Галф», «ЮОП» фирмалары - қалдықтарды гидрокүкіртсіздендіру, «Экссон» - терең гидрокрекинг, «Юнион ойл» мазут және гудронды гидрокрекинглейтін катализатордың стационар қабаты бар процестерін өндіріске енгізді. Бұдан басқа, «Шелл» фирмасының өндірістік қондырғылары бар. Сондай-ақ, вакуумдық газойлді және мазутты жеке гидрокүкіртсіздендіріп, сондай-ақ кейін оларды белгілі бір арақатынаста араластыру арқылы крекинг шикізатын дайындау жүзеге асырылады. Бұл крекинг шикізатын дайындау сызбасы мазутты гидрокүкіртсіздендіруден артықшылыққа ие, өйткені ол сутегінің аз шығынын талап етеді (өйткені гудронның барлығы күкіртсіздендірілмейді) яғни жоғары икемділігі мен жоғары күкіртсіздену тереңдігімен ерекшеленеді. «Галф» фирмасының фирмасының G-HDS процесінде қолданылатын катализаторының металдың улануына тұрақтылыққа және жоғары деметализациялық белсенділігі бар. Техникалық және экономикалық есептеулерге сәйкес, мазутты аралас сызбада өңдеу: G-HDS+ККФ қуаттылығы 8000 м3/тәулік шикі мұнайды тұтынуды тәулігіне 318 мың текше метрге азайта отырып, бензин өндіру көлемін сақтайды. ККФ үшін шикізатты дайындау процестерінің екінші тобы шикізаттан көміртекті жою процестері болып табылады: висбрекинг, кокстау, қатты жанасудағы деасфальтизация. Соңғы жылдары көміртекті жоюмен қалдық шикізатты тазарту бойынша келесі процестер өнеркәсіпте жасақталды және енгізілді: қатты жанасудағы деасфальтизация-АРТ,ЗД және селективті еріткіштермен - РОЗЕ және ДЕМЕКС процестері. Ауыр мұнай қалдықтарын өңдеудің маңызды жолдарының бірі - дистиллят (деасфалтизат) және қалдықтың (асфальтит) түзілуімен адсорбент немесе көмірсутекті еріткіштермен деасфальтизациялау. Деасфалтизат немесе дистиллят каталитикалық крекинг, гидрокрекинг қондырғылары немесе төмен күкірт қазандық отын өндірісі үшін шикізат ретінде (тікелей немесе гидрокүкіртсіздендіргеннен кейін) қолданылуы мүмкін. ӨЗІН-ӨЗІ ТЕКСЕРУ СҰРАҚТАРЫ: 1. Қалдық шикізатты каталитикалық крекинг процесінде өңдеу барысында қандай қиындықтар пайда болады? 2. Қалдық шикізаттың каталитикалық крекинг шикізаты ретінде ерекшеліктері қандай? Оның катализаторға әсері қандай? 3. Катализатордың металдармен уланудың алдын-алу жолдары қандай? 4. Каталитикалық крекинг процесінде ауыр шикізатты өңдеуден туындайтын проблемаларды шешу жолдары қандай? 5. Қалдық шикізатты каталитикалық крекингінде қолданылатын катализаторларда қандай қасиеттер болуы тиіс? 6. Цеолиттердің қандай жаңа типтерін білесіз? 7. Флюид каталитикалық крекинг процесіндегі пассиваторлардың мақсаты қандай? 8. Катализаторлардың деметализациясы қалай жүзеге асырылады? 9. Каталитикалық крекингке арналған жоғары сапалы шикізатты дайындау жолдары қандай? 2 ТАРАУ. МҰНАЙ ҚАЛДЫҚТАРЫ МЕН АУЫР МҰНАЙЛАРДЫ ОДАН ӘРІ ӨҢДЕУ ҮШІН ТАЗАЛАУ ПРОЦЕСТЕРІ ЖӘНЕ ҚАЛДЫҚ ШИКІЗАТТЫҢ КАТАЛИТИКАЛЫҚ КРЕКИНГІ. 2.1. Ауыр мұнай қалдықтарын деасфализациялау. Сольвенттік дезасфализациясы ауыр мұнай қалдықтарын тазарту процесі. Әртүрлі еріткіштер көмегімен ауыр мұнай қалдықтарының ерітіндісінің дезасфализациясы оларды тазалау үшін кеңінен қолданылады. Майлау майларын өндіруде гудронды пропанмен деасфальтизациялау технологиясына негізделген. Бұл процестерде деасфальттау және майсыздандырумен қатар децентрализация, сондай-ақ одан кейінгі өңдеудің каталитикалық процестерін едәуір жеңілдететін ішінара күкіртсіздендіру және азотсыздандыруға қол жеткізіледі. Көмірсутекті еріткіштердің ауырлауымен, олардың селективтілігі төмендейді, бұл жоғары молекулалық массасы бар өнімдерінің (ароматика және шайырлар) айтарлықтай мөлшерде ерітілуіне әкеледі; ал деасфальтизаттың шығымы артады, бірақ оның сапасы төмендейді. Алайда, барлық деасфальтизация жағдайларында асфальттар толығымен алынады, ал деасфальтизатта қалған металдар гидрокүкіртсіздену кезінде оңай жойылады (металдардың қыйын алынатын бөлігі асфальтитте қалады). Еріткіш ретінде пропанмен бірге бутан, пентан және олардың қоспалары қолданылатын жеткілікті жетілдірілген және тиімді деасфальтизация процестері әзірленді («Керр-Макги», «Луммус», ФИН- БАСФ фирмасы, Мексикалық мұнай институты). Шикізат пен еріткіштің табиғатына, ерітіндінің көптігіне және басқа жағдайларға тәуелді деасфальтизаттардың өнімділігі мен қасиеттері әр түрлі болуы мүмкін.

Процесс сұйық фазада жүзеге асырылғандықтан, деасфальттаудың максималды өнімділігі процестің температурасында сұйық күйде асфальтит болу мүмкіндігімен шектеледі, асфальтиттің жұмсару температурасы деасфальтизат шығымының артуымен өседі. C4-C5 көмірсутектерін еріткіш ретінде қолдану деасфальтизат шығымының артуына еріткіш:шикізат еселігінің төмендеуіне ықпал етеді, бұл құрылғы өлшемдерін, энергияны тұтынуды және, демек, капиталдық салымдар мен пайдалану шығындарын азайтуға мүмкіндік береді. Әдеттегі еріткіштермен деасфальтизациялау процестерінің ROSE («Керр-Макги» фирмасы) және Демекс (ЮОП) процестерінен айырмашылығы, еріткішті дезасфальтизаттан бөлу төменгікритикалық температурада жүзеге асырылады, бұл процестің энергия сыйымдылығын айтарлықтай азайтуға мүмкіндік береді. ROSE процесінде еріткіштің табиғатын өзгерту немесе оның шикізатқа еселігін өзгерткен кезде салыстырмалы түрде энергияны тұтыну мөлшері аз өзгереді. Сонымен, еріткіштің шикізатқа еселігінің 5:1- ден 10:1-ге дейін көбеюімен электр энергиясын тұтыну тек 10% -ға артады, энергия шығынының басқа түрлері мүлде өзгермейді. «Демекс» процесінде пентан еріткіш ретінде қолданылады. Процесс 3,3 МПа қысым және шамамен 200°C температура кезінде жүзеге асырылады(10-нан астам қондырғы жұмыс істейді). «Добен» процесі (БашНИИНП) жеткілікті жақсы нәтижелер береді, онда бензин еріткіш ретінде пайдаланылады, ал деасфальтизат қосымша гидротазартуды талап етеді. Термоадсорбциялық деасфальтизация. АРТ процесі. Сольвенттік деасфальтизациялау процестерін одан әрі жетілдіру және кеңейтіп қолданумен қатар, термоадсорбциялы деасфальтизациялау (ТАД) процестерінің әртүрлі модификациясы әзірленді және қолданылуда. TAД процесінде ауыр мұнай қалдықтарын тазалауда көмірсутектерді және шикізаттың гетеро-қосылыстарын термодиструктивті түрлендіруді және кейіннен түзілген шайырлар, асфальтендерді адсорбциялау, сондай-

ақ адсорбенттер бетіндегі металл, күкірт және азот қосылыстарын адсорбциялау арқылы қол жеткізіледі. Бұл APT процесі («Энгельхард корпорейшин» фирмасы), сондай-ақ AP процесі (ЮОП фирмасы). APT процесі. АРТ процесі мазутты және басқа қалдық шикізаттарды ыстықтай ұсақ дисперсті адсорбентпен - ARTKAT деп аталатын жылуалмастырғышпен контактіде металдардан, кокс және күкірттен тазалау процесі. Технология 1983 жылы АҚШ жасақталды және енгізілді (қондырғы қуаты жылына 2,5 млн тонна). Процесс лифт реакторымен каталитикалық крекингке ұқсас қондырғыда жүзеге асырылады. Адсорбент-жылутасымалдағыш әдеттегі крекинг катализаторларымен салыстырғанда беті мен белсенділігі өте төмен, бірақ пораларының диаметрі үлкен. Меншікті беті 10-100 м2/г (10-15 мкм/г жақсырақ), белсенділігі 10- 20%, поралар диаметрі 100-600 Ао болуы тиіс. Лифт реакторында 480-590°С температурада және ыстық адсорбентпен (0,1-5,0 с) шикізаттың өте қысқа жанасу уақытында, шикізаттың жеңілірек бөлігі буланып, ал кокс және металдардың негізгі көздері болып табылатын шайырлы-асфальтенді заттар мен гетероқосылыстар, адсорбентке сорбцияланады. Шикізаттың буланған және тазартылған бөлігі каталитикалық крекингке тікелей бағытталуы мүмкін, себебі оның құрамында кокс және металдардың мөлшері төмен. Кокстелген адсорбентті коксты жағу арқылы регенерациялайды. АРТ процесінде металдардың алынуы 95% -дан астам, күкірт пен азот 50- ден 85% -ке дейін, ал асфальттар шамамен 100% -ды құрайды. Бұл жағдайда крекинг ең төменгі деңгейге жүреді, себебі адсорбенттің крекинглеуші белсенділігі жоқ. Өнімнің шығымы (массасы бойынша %): газ +(C4, C3) -3-8, нафта (бензин) 13-17, жеңіл газойль 13-17, ауыр газойль -53-56, кокс 7-11 құрайды.

Бензин құрамында олефиндердің мөлшері артады, оның октаны саны шамамен 80 ЗӘ (зерттеу әдісі) болып келеді және оны компаундирлеуге дейін гидротазалауға түседі: жеңіл газойлдің цетан саны шамамен 40; ауыр газойл каталитикалық крекинг шикізаты ретінде қолданылады және сапасы жағынан вакуум газойліне жақын. Каталитикалық крекингтік қондырғыларда мұндай шикізатты өңдеу үшін «Шелл» фирмасы оларды қосымша гидротазалау немесе жеңіл гидрокрекингке ұшыратуға кеңес береді. Флюид каталитикалық крекингтен (ККФ) негізгі айырмашылығы термиялық процестерді тоқтату үшін салқын газойлді (квенчинг) беру арқылы реактордың шығыуындағы өнімдерді салқындату болып табылады. Процесте қолданылатын адсорбент каолин саздарының негізінде дайындалады, ол салыстырмалы түрде арзан (~ 800 $ / тонна) және 35000 мг/кг дейін металдардың тұндыруына төтеп бере алады. Жұмыс істеген адсорбент Ni және V алып тастағаннан кейін отвалға тасталады. ЗД процесі (селективті деструктивті дистилляция). ЗД процесі әртүрлі шикізатты өңдеуге арналған, оның ішінде бензинсізденбеген мұнай, атмосфералық қалдық, вакуум қалдықтарының қоспасы, битумды құмдардың дистилляция өнімдері, жоғары қышқылдық саны бар мұнайлар мен термикалық тұрақсыз мұнайлар. Бұл кейінгі каталитикалық процестер үшін улы болып табылатын металдар, күкірт, азот, асфальтендер сияқты қажет емес қоспаларды шикізаттан алып тастаудың ерекше процесі. ЗД процесі (селективті деструктивті дистилляция) ЮОП фирмасының соңғы жетістіктерінің бірі болып табылады. Процестің аппараттық конструкциясы айналмалы инертті адсорбентпен каталитикалық крекинг қондырғысына ұқсас. Қондырғы үлкен энергия өндіру көзі болып табылады. Регенераторда регенерация кезінде алынатын жылуды (адсорбент-катализатор бетіне тұнған коксты жағу арқылы) жоғары қысымды бу шығару үшін қолданылады. Фирма сонымен бірге синтез газын (H2, CO, H2S) алу үшін адсорбенттің ыстық суспензиясының жылуын пайдаланатын, одан кейін күкіртті сутегінен тазартатын, ЗД процесінің нұсқасын жасақтады. ЗД процесінің мақсаты - ауыр қалдықтардың мейлінше қажетсіз құрамды бөліктерін айналымдағы жылуалмастырғышпен қатаң термиялық жанасу кезінде салыстырмалы түрде қысқа уақыт ішінде жою. Айналмдағы материалдардың үлкен беті жақсы жылуалмасуды қамтамасыз етіп жоғары сапалы дистилляттардың ілезде булануын және жоғары қайнайтын құрамды бөліктер молекулаларының деструктивті дистиллятциясымен, жоғарғы молекулалық массасымен және молекулада сутегінің мөлшері төмен молекулалық массасы аз қайнау температурасы төмен өнімдер дистиллятцияға түседі және жоғары көміртектелген молекулалар айналымдағы материал бетіне қонады. Өнімдер мен жылуалмастырғыштарды жылдам бөліну технологиясын қолдану нәтижесінде термиялық тұрақсыз молекулалардың қажетсіз екіншілік крекинг минимумға дейін азайтылған. Басқа көміртекті жою процестерімен салыстырғанда, бұл сұйық өнімдердің жоғары шығымына және кокс шығымын төмендетуге әкеледі.

Себебі ЗД термиялық түрде теңдестірілген процесс болып табылады және шикізатты жылдам булануды қамтамасыз ету үшін айналмалы қатты жылу тасымалдағышы жеткілікті жоғары температураға ие болуы керек, бұл процесс барысында «ыстық» контакт аймағын құру және қажетті температураны ұстап тұру үшін кокстың жеткілікті түзілуі өте маңызды. Сондықтан, шикізаттың кокстелуі 4% масс. кем болмауы тиіс. НOT процесі (жалған қайнаған қабат катализаторымен каталитикалық крекинг). Жапондық бірқатар фирмалар мұнай қалдықтары мен ауыр мұнайларды жаңғыртуға арналған түбегейлі жаңа процестер жасады. НOT («Нипон майнинг Ко» және «Кашима ойл Ко» фирмалары) процесі каталитикалық крекинг типті қондырғыларда катализатордың жалған сұйытылған қабатымен жүзеге асырылады. Адсорбент-катализатор ретінде, ұнтақталған темір кені пайдаланылады, оның бөлшектері шикізат буының және су буының (немесе азоттың) көмегімен флюд (сұйытылған) күйде ұсталады. Реактордағы температура 525-545°С. Процестің негізгі артықшылықтарының бірі - сутегінің айтарлықтай мөлшерін алу мүмкіндігі. Газдағы сутегі мөлшері 70 % жетеді. ACC процесі («Куушима труп инж», «Сасебо хэви индастриз» және «Япан дивелопмент консултанс» фирмалары), сондай-ақ НОТ адсорбент- катализатордың жалған сұйытылған қабатында жүзеге асырылады, ол сауда-саттық атауы «Аллозит» деген атпен белгілі алюмосиликат болып табылады. Процестің реакторлық блогы екі сатыдан тұрады: біріншсі көтергіш -стояк; екіншісі - катализатордың қайнаған қабатымен реактор. Регенерация бөлек аппаратта, сондай-ақ жалған сұйытылған қабатта жүзеге асырылады. ККИ процесінде темір рудаларының жалған сұйытылған қабаты пайдаланылады. Қалдықтарды жаңғырту нәтижесінде рудалар губка тәрізді темірге тотықсыздануы жүреді. Аппараттық конструкциясына сәйкес қондырғы «флюид» кокстау қондырғысына ұқсас. Рудаларды қалпына келтіру үшін қондырғы айналмалы барабан пешімен жабдықталған. Уфа мұнай институты, Ново-Уфимский МӨЗ және ГрозНИИ 43-102 каталитикалық крекинг қондырғыларының базасында (түйіршіктелген-шарикті катализатормен) ұқсас процесті жасақтады. Адсорбент ретінде темір рудалары қолданылады. Кокстелген руда регенерациясыз шығарылады, процестің нәтижесінде шикізаттан ванадий мен никель байытылады және легирленген қоспалармен (V және Ni) арнайы шойын шығару үшін шикізат ретінде пайдалануға болады. Бұл процесс газойл фракцияларының максималды шығымымен каталитикалық крекинг тәртібінде, сондай-ақ дистиллятық фракцияларды алумен бірге мұнай-химия өнеркәсібі үшін шикізат-этилен, пропилен, бутилендер көлемінің 70% -ына дейінгі газ тәрізді өнімдері бірге шығарылатын «пиролиз» тәртібінде жүзеге асырылуы мүмкін (бұл процесс басқаша каталитикалық пиролиз деп те аталады). ГрозНИИ процесінде ұсақталған мұнай коксы адсорбент ретінде қолданылуы мүмкін. ӨЗІН-ӨЗІ ТЕКСЕРУ СҰРАҚТАРЫ: 1. Сольвенттік деасфализациялау процесінің мақсаты. 2. ROSE процесін («Керр-Макги» фирмасы) және Демекс (ЮОП) кәдімгі деасфализация процесінен айырмашығы неде? 3. Термоадсорбциялық деасфальтизациялау процесінің мәні. 4. АРТ қондырғысының реактор блогы қалай жұмыс істейді? 5. ЗД процесінің технологиялық артықшылықтары қандай? 6. НОТ процесінде қандай материал адсорбент-катализатор ретінде пайдаланылады? 7. НОТ процесінің артықшылықтары қандай?

2.2. Қалдық шикізаттың өндірістік каталитикалық крекинг қондырғылары. Эйч-Оу-Си процесі «Келлог» фирмасы. 1960-шы жылдардың басында ГИТА-да қуаттылығы жылына 1,2 млн. тонна болатын крекинг қалдықтарды үшін арнайы әзірленген ККФ алғашқы өндірістік қондырғысы іске қосылды. Қондырғы «Келлог» фирмасының Эйч-Оу-Си (НОС) процесіне негізделген. Жалпы қондырғы дистилляциялық шикізаттарға арналған ККФ қондырғыларына ұқсас, бірақ олардан регенераторда бу иректерінің болуымен және шығару жылу алмастырғыштарының болуымен ерекшеленеді. Бұл қондырғыда мазут өңделді, онда никель 8-9 мг/кг және ванадий 12-16 мг/кг мөлшерін құрайды. Дистилляциялық шикізатқа арналған 50-ден астам ККФ қондырғылары АҚШ-та және осындай ұқсас қондырғылар Батыс Еуропада газойлдің мазутпен немесе гудронмен қоспасын өңдейді. Кейбір қондырғыларда мазут немесе гудронның үлесі 80% -ға жетеді, бірақ әдетте 30% -дан аспайды. Бұл қондырғылардағы шикізатты өзгеру дәрежесі 60-73% құрайды. ККФ шикізатындағы қалдықтардың үлесі олардың сапасына (кокстелуіне, металл мөлшеріне), сонымен қатар компрессорлық жабдықтардың қуатына, регенератордың коксты жағу бойынша өнімділігіне, регенератордағы рұқсат етілген шекті температураға және т.б. тәуелді. Цеолит құрамды катализаторға көшу арқылы жоғарыда аталған НОС қондырғысы қайта құрылды және 1983 жылдан бастап АРТ блогында дайындалғаннан кейін гидротазаланған мазут немесе гудронды өңдейді. Әртүрлі елдерде (20-дан астам) осындай әртүрлі қуаттағы қондырғылар бар. Шикізатта құрамында 25 мг/кг металл болған кезде НОС қондырғыларында катализатор шығыны 3 кг/т, яғни катализатор шамамен 8000 мг/кг металдарға шыдайды. Жақсартылған Эйч-Оу-Си-П процесі сондай-ақ «Келлог» фирмасы қалдық шикізаты өңдеуге арналған. «Келлогг» фирмасы жасақтаған қондырғының реактор-регенератор блогының басты ерекшелігі - реактор және регенератордың соосное орналасуы болып табылады, тікелей (ішкі монтаж) немесе П-тәрізді (сыртқы немесе ішкі монтаж) катализатор құбырының 90о бұрылуымен тозуға түсірмеу; шикізатты катализатормен байланыстыру жағдайларын жақсартатын шикізаттың көпағынды енгізілуі (лифт-реактордың биіктігі мен периметрі бойынша); үлкен диаметрлі екі сатылы регенератор; түтін газдарын жинауға арналған сақинатәрізді шығару камерасы. Қондырғының су буларын өндіретін кәдеге асыратын-қазандығы бар. Лифт-реактордың үйірткілермен буындасуы шикізаттың қайта крекингленуіне жол бермейді. Қондырғының өнімділігі регенератор блогының мүмкіндігімен шектелген жағдайларда оттегімен байытылған ауаны пайдалану ұсынылады. Оттегінің концентрациясын 34% -ға дейін жоғарылату регенератордың кокс жүктемесін екі есеге арттыруға мүмкіндік береді. Эр-Си-Си процесі (ЮОП фирмасы). Эр-Си-Си мазуттың каталитикалық крекингі «Эшленд Ойл» және ЮОП компанияларының бірлескен жасақтаулары. Патенттік ақпараттарға сәйкес, процестің реакторын «Эшленд Ойл» фирмасы, ал UOP компаниясы регенераторды жасақтаған. Процестің айрықша ерекшеліктері арасында рециркуляцияланатын жеңіл көмірсутекті газдар көмегімен шикізаттың диспергирленуі; катализатордың белсенділігін және оған тұнған металдармен пассивациялануын реттеу үшін оларды шикізат беру нүктесінен (реактордың түбінен) береді; лифт-реактордан булардың шығатын жеріне бу ағындарынан катализаторды тез бөлу үшін ерекше конструкциялы құрылғы орнату, бұл шикізатты қайта крекингілеуден сақтайды, екі сатылы регенератордың болуы. Айналымдағы көмірсутек газы лифт-реактордың төменгі бөлігіне 8% мөлшерінде беріледі. Ол бірнеше функцияларды орындай алады - V2O5 қалпына келтіреді және пассивациялайды, жеке катализатор бөлшектерінің арасындағы қашықтықты жоғарылатады және мазут ұсақ тамшыларының тегіс бүркілуіне ықпал етеді. Жылуалмастырғыштарда алдын ала қыздырылған мазут ультрадыбыстық форсункалар арқылы ұсақ тамшылар түрінде бүркуге қол жеткізіледі, ол жоғары қысыммен 20-40 м / с жылдамдықпен бүркеді. Тамшының өлшемі азайған сайын булану күшейеді. Бұл сондай-ақ лифт-реактордың төменгі бөлігіндегі температураның 600 ° C-қа дейін көтерілуін, шикізатты катализатормен жанасу уақытын тиісті азайтумен қамтамасыз етеді. Процесті жүзеге асырудың шарттары:

- крекинг температурасы 500 - 545°С, - жүйедегі артық 0,07-0,21 МПа, - регенератордағы температура 720 - 760°С. Қалдықтарды каталитикалық крекингілеу R-2-R процесі

Қалдықтарды каталитикалық крекинглеу R-2-R процесі Француз «Total» компаниясы және Француз мұнай институты (ФМИ) бірлесіп әзірлеген. Реактор-регенератор болгының ерекшелігі - екі регенератордың болуы, бөлек ауамен және түтін газын шығарумен қамтамасыз етіледі. Бірінші (катализатор барысында) регенераторда 680-700°С температура кезінде СО өртемей немесе оны ішінара жағу арқылы 50-80% коксты өртеп жібереді, ал кокстың қорғаныс қабаты термобу деактивациясынан катализаторды қорғайды. Екінші регенераторда 800°C-қа дейінгі температурада, артық ауа мен су буының аздаған мөлшерімен, қалған кокс өртеледі, бұл катализатордың термобу деактивациясын болдырмайды. Екінші регенератор шығару үйірткісімен және десорбермен (түтін газдарынан катализаторды шығаратын аймақ) жабдықталған. Араластыру торабындағы жоғары температура (реакторға қарағанда 40-100°C жоғары болуы мүмкін) шикізатты тез және толық дерлік булануды қамтамасыз етеді, кокстың пайда болуын азайтады. R-2-R процесінің тағы бір ерекшелігі - сұйытылған айналымдағы газойлді (фр. 360-420°C) лифт-реакторға шикізат беру нүктесінен жоғары беру, бұл араластырғыш торабының температурасына қарамастан лифт реакторындағы температураны реттеуге мүмкіндік береді. Реактордағы температура шамамен 510°C, жанасу уақыты шамамен 1 сек. R-2-R процесінің реакторында шикізатты енгізу үшін таратушы басы ерекше құрылғы қолданылады, Лаваля сопласы немесе Вентури түтікшесі, оның ішінде дыбысқа жақын жылдамдықта акустикалық толқындар пайда болады, шикізатты катализатордың бөлшектердің өлшемдерімен (40-80 мкм) салыстыруға келетін немесе одан кіші тамшыларға диспергирлейді, бұл жылдам жылуалмасуды және булануды қамтамасыз етеді және салқын рециркуляция газойлімен бірігеді, газ және кокстың пайда болуын азайтады және крекингтің тереңдеуіне ықпал етеді. Бұл процесте лифт- реактор пайдаланылады, ол катализатордан булардың жылдам бөлінуіне ықпал етеді. Регенерацияланған катализатордың үрлеу газдағы инертті газдың мөлшерін 50% -ға азайтады. R-2-R қондырғысында 30% дейін жеңіл мұнайдың мазуты бар (металл концентрациясы 50 мг/кг, кокстелуі 8-10% масс.) шикізат өңделеді. Осылайша, ККФ процесінің көптеген соңғы жетістіктерінде көмірсутегі буларымен катализатордың байланыс уақытын қысқарту қарастырылады. Лифт-реакторының шығу бөлігіндегі түрлі жүйелердің көмегімен лифт-реакторынан тыс байланыс уақытын айтарлықтай қысқартуға, сондай-ақ реакция аймағындағы шикізаттың болуының жалпы уақытын қысқартуға мүмкіндік берді, бұл құрғақ газдың шығымының азаюына, кокс шығымдылығының төмендеуіне және бензин мен жеңіл олефиндер селективтілігінің жоғарлауына әкеледі. Катализатор мен будың жылдам бөлінуі, реакция аймағының шағын көлемімен бірігуі газдың және кокс түзілуіне әкелетін жанама реакциялардың үлесін төмендетуге мүмкіндік береді. ӨЗІН-ӨЗІ ТЕКСЕРУ СҰРАҚТАРЫ: 1. Эр-Си-Си процесінің технологиялық ерекшеліктері. 2. R-2-R процесінің ерекшелігі.

3. Почему целесообразно уменьшать время контакта катализатора с углеводородными парами? Катализатордың көмірсутекті бөлшектермен жанасу уақытын қысқарту неге дұрыс?

2.3. МSСС процесі («Барко» фирмасы). Ресейдің 1А1М, ГК-3, 43-103 каталитикалық крекинг процесінің қондырғылары. МSСС процесі («Барко» фирмасы). БАРКО фирмасы катализатормен шикізаттың жанасу жүйесі туралы жаңа тұжырымдама әзірледі, онда ультрақысқа жанасу уақытын артықшылығы пайдаланады. БАРКО фирмасы ұсынған шикізат пен катализатордың ультрақысқа жанасу уақыты бар жүйе ККФ қондырғыларында қолданылатын лифт-реакторы бар жүйеден түбегейлі кетуді білдіреді. Мұндай жүйені жалған сұйытылған қабаттағы каталитикалық крекинг процесінде ультрақысқа жанасу уақытымен пайдалану MSCC (миллисекундтық каталитикалық крекинг) ретінде белгілі. Бұл процесс өндірісте сәтті жүзеге асырылып, бірнеше қондырғылар лицензияланды. Шикізат төмен қарай ағатын катализатор ағынына перпендикуляр енгізіледі. Реакция өнімдері мен катализатор реакция аймағында булар мен катализаторлардың бөлінуі орын алған біріншілік сепараторға көлденең бағытта тасымалданады, булар мен катализатордың бөлінуі жүреді. Жанасудың бұл әдісі ККФ процесіне ғана емес, сондай-ақ ауыр қалдықты өңдеудің термиялық процестеріне де (ЗД) артықшылықтары бар. Шығымдардың артуымен байланысты, қысқа жанасу уақытының артықшылықтарына қосымша, MSCC процесінің реакторларын орнату лифт-реакторы бар жүйені орнатумен салыстырғанда арзанырақ. Себебі реактормен лифт- реакторымен салыстырғанда салыстырмалы түрде кішкентай мөлшерде болатындықтан, ол өндіруші-зауытта толықтай жинақталуы мүмкін. Жаңа қондырғыны салған кезде реактор-регенератор блогының құны лифт-реакторы бар жүйеден 20-30% арзанырақ. Кейбір өңірлер үшін қалдық шикізатты өңдейтін қондырғылардың үлесі қазандық отындарын тұтынуына және қалдықтардың өңделуінде ККФ процесімен бәсекелесетін кокстеу қондырғыларының болуына байланысты. Жоғарыда айтылғандай, қалдықтарды қайта өңдеу қондырғыларына шартты түрде ККФ қондырғысы жатады, оның шикізаты 5% және одан көбірегі 538°C жоғары қайнайтын фракциялар. ККФ қондырғыларының шамамен 90% қоспалармен (негізінен мазутпен), ал қалғандары ауыр вакуумдық газойлмен жұмыс істейді.

Осындай шикізатты крекингілеген кезде шикізатқа шаққанда 4-6% масс. кокс түзіледі, бұл регенераторда 670-720°С температура болған кезде реакторлық блоктың жылу балансын қалпына келтіру үшін жеткілікті. Дегенмен, мазуттың кокстелуі 15, ал гудрон 25% масс. жетеді, сондықтан аралас шикізаттың сапасы вакуум газойлінен әлдеқайда нашар. АҚШ-та қалдық шикізатқа ККФ қондырғыларын жаппай көшіру 1979 жылдан кейін орын алды. Шикізаттың өзгеруі тепе-теңдік катализаторының сапасын, жұмыс тәртібін және бірқатар технологиялық әдістерді кеңінен қолдануға әкелді. Қалдық шикізатты қолданатын қондырғыларда шикізатты алдын ала қыздыру орташа алғанда 30°C-қа дейін төмендейді, реактордағы және регенератордағы температура тиісінше орташа алғанда 11 және 25°C-қа артады. CO жағуды, регенераторға берілген ауаны оттегімен байытуды, металлдарды пассивациялауды, шикізатты бүрку үшін су буын немесе бу мен суды, артық регенерация жылуын алуды пайдаланады. Әдетте дистиллят шикізатын өңдеу кезінде катализатордың жүктемесі шикізаттың 0,43-0,53 кг / м3 құрайды. Қалдық шикізатты өңдеуге көшу кезінде микро белсенділігі едәуір төмендейді және металдардың тепе-теңдік катализаторларына шоғырлануы артады,

сондықтан катализатордың жүктемесі орта есеппен 1 кг/м3, шикізаттың ауыр түрлеріне қарай 1,2-1,3 кг/м3-ге дейін артады. Тек қана төмен сапалы қалдықтарды өңдеу кезінде ол 3-4 кг/м3 дейін жетеді. Жапонияда ККФ қондырғыларының жартысынан астамы қалдық құрамды бөліктермен 10% -дан 50% -ға дейін аралас шикізаттарда жұмыс істейді. Батыс Еуропа мен Таяу Шығыстағы ККФ қондырғыларының шамамен 30% қалдықтар мөлшерін 10-нан 100%-ға дейін өңдейді. ККФ процесі 60 жылдан астам уақыт бойы үздіксіз жақсарып келеді, оның технологиялық - экономикалық көрсеткіштері жақсарды. ККФ енгізілген сәттен бастап бірдей қуаттылықтарды құрастыру құны төрт есе азайып, бензиннің өнімділігі 50% -ға артты. Қондырғы жұмысының техника-экономикалық тиімділігі негізінен жұмыс істеу ұзақтығына байланысты. ККФ қондырғыларының жұмыс істеу ұзақтығы (реакторды және регенераторды күрделі жөндеу арасындағы уақыт) 2 жылдан 4 жылға дейін, ал кейбір жағдайларда 6 жылға дейін жетеді. ККФ қондырғыларын қалдық шикізатты қайта өңдеуге көшіру, шикізаттың құны мен жеңіл өнімдерді сатудан алынған пайда арасындағы жеткілікті айырмашылық болған жағдайда тиімді болып табылады. Шикізаттың өзіндік құнының артуы және өндіріс құны арасындағы айырмашылық есебінен аралас отынды қолданыстағы ККФ қондырғыларын аралас шикізатқа (80% вакуум газойлі және 20% гудрон) айналдыру бензин шығымының төмендеуіне қарамастан таза пайданы 15% -ға арттырады. Эйч-Оу-Си сызбасы бойынша ККФ-ны қайта құру құны шамамен 5 млн. долларды құрайды, шығындарды қалпына келтіру уақыты шамамен 6 ай. ККФ процесі энергияны көп қажет етеді. Энергияның жалпы тұтынылуы өңделген шикізаттың 4-7%, ал жағылатын коксты есептегенде энергияның қажеттіліктеріне арналған мұнайдың шамамен 40% құрайды. Энергияны тұтыну реактордың лифт секциясында катализатордың екі сатылы регенерациясы кезінде сұйық шикізаттың жақсы тамшыларын катализатор бөлшектеріне ұсақ тамшыларын шашыратуға ультрадыбыстық форсункалар арқылы бөлінеді. Бұрынғы реактор көлемді сепаратордың және тұрақтандыру секциясының функцияларын сақтайды. Лифт-реактордың төменгі жағында су буларының немесе құрғақ газдың жеткізілуін және ультрадыбыстық форсункаларды орнатуды қарастырады. Лифт-реакторы айнымалы көлденең қиманың үш бөлігінен тұрады. Үлкен диаметрге (12 м) байланысты регенератор екі аймаққа бөлінеді: орталық «дымқыл» және перифериялық «құрғақ», үлкен алаңмен, ауаны бөлек беру және жану өнімдерін бірге шығару. Катализатордың құрамында аздаған фосфор қоспасының болуы СО және SО2 тотығып СО2 және SО3 түзілуін қамтамасыз етеді. Қондырғыны жетілдіру оның лифт-реакторымен жабдықталуынан тұрады, сонымен қатар көлемді сепаратормен және тұрақтандыру секциясынан және реактор-регенератор блогы екі сатылы регенерациялау үшін қайта құрастырады.

21-Суретте U-пішінді тасымалды V-тәрізді түрімен ауыстыруды, ұсынылған, қайта жаңартудың алдында және одан кейінгі 43-103 қондырғысының сызбасы көрсетілген. Каталитикалық крекинг шикізатты ұсақ бүрку үшін акустикалық форсункамен және лифт- реакторының көлденең қимасы бойынша крекинг температурасын теңестіру арқылы ауыспалы көлденең қиманың ішін немесе сыртын монтаждаумен жүзеге асырылады. Бұрынғы реактор көлемді сепараторына айналады, ол тұрақтандыру секциясымен аяқталады. Регенератордың ортасында

«дымқыл» секция, ал шеткі - «құрғақ» регенератор ұйымдастырылған. Компрессорлар мен желдеткіштердің қуаттары ұлғайған жағдайда, жоғарыда аталған барлық қондырғыларда басқа бөгеттер алынып тасталуы мүмкін, вакуумдық дистилляттың соңғы қайнау нүктесі 540- 580°C дейін, шикізат бойынша өнімділігі 1,5-2 есе, бензиннің октан саны зерттеу әдісі бойынша ЗӘ-93, қайта айналымсыз жұмыс істеуге, бағалы өнімдердің 90% -ын алуға, катализатор шығынын азайтуға және қондырғының жұмыс істеу уақыты арасындағы жөндеуді екі есеге арттыруға мүмкіндік береді. Маңғышлақ немесе Грозний мұнайлары сияқты аз күкіртті парафинді-нафтенді мұнайларды өңдеудің екінші кезеңінде каталитикалық крекинг қондырғысында кокстелуі 6% мазут өңделуі мүмкін және құрамындағы металдар 30 мг/кг-ға дейін, пассиваторлар берумен немесе 10-20% гудронмен вакуум дистиллятының қоспасы La- 210 типті катализаторға берілуі мүмкін. ӨЗІН-ӨЗІ ТЕКСЕРУ СҰРАҚТАРЫ: 1. «Барко» фирмасының каталитикалық крекингтік процестерінің технологиялық ерекшеліктері. 2. ГрозННИ ГК-3 қондырғыларының сызбасын жақсарту дегеніміз не? 3 ТАРАУ. АУЫР ҚАЛДЫҚТАРДЫ ӨҢДЕУ ПРОЦЕСТЕРІНДЕ СУТЕГІН ҚОЛДАНУ. 3.1. Ауыр мұнай қалдықтарын өңдеудің гидротермиялық процестері. Термиялық және гидрокрекингке балама ретінде гидротермикалық процестер. Қалдық шикізатты қайта өңдеудің термиялық процестерінің басты артықшылығы каталитикалық процестерге қарағанда күрделі салымдар мен пайдалану шығындарын айтарлықтай азайтады, бірақ олар конверсиялау тереңдігінің шектелуі мен дистиллят өнімдерінің сапасының нашарлығымен сипатталады. Каталитикалық крекинг процестеріне тән дистилляциялық өнімдер мен газдың шығымы мен сапасы айтарлықтай жоғары. Алайда, каталитикалық крекинг үшін катализатордың жоғары шығынымен байланысты капиталдық және пайдалану шығындардың көп болуы талап етіледі. Бұдан басқа, каталитикалық процестер үшін тек қана ауыр металдар мөлшері 30 мг/кг дейін және кокстелуі 10% масс. төмен шикізаттар ғана жарамды. Өңдеу тереңдігі мен алынған өнімнің сапасы бойынша гидрогенизация процестері мейлінше әмбебап, әсіресе гидрокрекинг, бірақ жоғары сутегі қысымын, жоғары температура мен катализаторларды қажет етеді, сондықтан ең үлкен капитал және пайдалану шығындарының мейлінше көп болуымен ерекшеленеді. Нәтижесінде, соңғы жылдары гидротермиялық процестер деп аталатын термиялық крекинг пен гидрокрекинг арасындағы аралық типті процестерді дамыту тенденциясы байқалды. Олар сутегі ортасында жүзеге асырылады, бірақ катализаторларды пайдаланбайды. Бұл процестер біршама тереңдікпен шектеледі, бірақ олар шикізаттағы металл мөлшерімен және кокстелуі бойынша шектелмейді. Олар термиялық процестер мен гидрокрекинг дистиллят өнімдерінің сапалық көрсеткіштерінің, капиталды және пайдалану шығындарының арасындағы орташа мәнмен сипатталады. Катализаторлар қатынасынсыз өтетін гидрогенизациялық процестерге гидровисбрекингті, гидропиролизді, дина-крекингті және донор-сольвентті крекингі жатқызуға болады. Гидровисбрекинг процестері мұнайдағы қысым мен температураның артуымен байланысты сутектің ерігіштігі артуына негізделген. Гидровисбрекинг процесі каталитикалық гидрокрекинг сияқты бірдей температура мен ұзақтығында жүзеге асырылады, ал шикізатты қайта өңдеудің тереңдігі әдеттегі висбрекингке қарағанда әлдеқайда жоғары. Реакциялық жабдықты жылдам кокстеуден сақтау үшін, гидровисбрекинг жоғары қысыммен 12-20 МПа жүзеге асырылуға тиіс, бұл мұнайдың қалдықтарындағы сутектің ерігіштігін жоғарылатады және висбрекинг реакцияларының жылдамдығын арттырады. Осылайша, «Лурги» фирмасының гидротазалау процесі 380-420°C температурада және 12-15 МПа қысымда жүзеге асырылады. Гудронның конверсия дәрежесі массасы бойынша 60-66% құрайды. Каталитикалық гидрокрекингтің кейбір нұсқаларында (мысалы, бір реттік қолдануға арналған суспензияланған катализатор) қысым 12-15 МПа дейін азайтылуы мүмкін, сондықтан гидровисбрекинг нұсқасы гидрокрекингке қарағанда үнемді болуы мүмкін. Француз мұнай институты гидровисбрекинг Tervahl H нұсқасын әзірледі, онда әдеттегі висбрекинг қондырғысына жоғары қысымды сепаратормен және циркуляциялық және жаңа сутегі бар газға арналған компрессормен қосымша жабдықталған. Реакция камерасының шығуындағы өнімдерді шынықтыру үшін тұрақтандырғыштың төменгі өнімі беріледі, сутегі немесе құрамында сутегі бар газ пештің алдында шикізатпен араластыруға беріледі. Осы процестің нәтижесінде бастапқы қалдықтың тұтқырлығы 50-100 есе азаяды, қату температурасы минус 10°C төмен, ал күкіртсіздену дәрежесі 10-20% құрайды. Гидропиолиз (динакрекинг), 500°C жоғары температурадағы термиялық пиролиз, 10 МПа-дан жоғары қысымда және бірнеше секундтан бір минутқа дейін жанасу уақытында, бірақ сутегі ортасында жүзеге асырылады. Гидропиролиз модификацияларының бірі, "Хайдрокарбон рисерч" фирмасы жасақтаған, катализатордың қайнаған қабатымен және адсорбенттің ішкі айналымы бар үш секциялы реакторды қолдана отырып жүзеге асырылатын дина-крекинг процесі болып табылады. Қыздырылған шикізат реактордың жоғарғы бөлігіне кіреді, онда ол құрамында сутегі бар газдың қатысында инертті жылу тасымалдағыш қабатында мейлінше жеңіл өнімдерге айналдырылады. Осылайша түзілетін дистилляттардың бір бөлігі немесе барлығы осы термиялық гидрокрекинг аймағына рециркуляцияға бағытталуы мүмкін. Гидрокрекинг процесінде кокс пайда болады, ол шикізат құрамындағы металдармен бірге жылутасымалдағыш бөлшектеріне тұнады. Тасымалдаушы үздіксіз төменге қарай жылжиды және булау аймағынан өткеннен кейін реактордың төменгі бөлігіне кіреді, мұнда бу мен оттегінің әсерінен коксты газдандыру сутегі бар газдың пайда болуымен жүзеге асырылады, ол булау аймағы арқылы жылутасымалдағыштың жоғарғы қабатына түсіп, термиялық гидрокрекинг реакциясы жүру үшін қажетті сутегі концентрациясын қамтамасыз етеді. Сонымен, технологиялық өнімдерде іс жүзінде кокс болмайды.

Реакторлы ось бойымен өтетін түтік арқылы газдандыру аймағындағы регенерацияланған жылутасымалдағышпен қайтадан гидрокрекинг аймағына бумен немесе газдандыру кезінде пайда болған отын газымен беріледі. Гидрокрекинг аймағындағы температура шамамен 540°C, ал газификация аймағында шамамен 980°C құрайды. Сұйық өнімдердің ең көп мөлшерін алу үшін қажетті қысым 2,8 МПа құрайды. Юта штаты университетінің (АҚШ) жасақтаған процесінде битуминозды мұнайдың гидропиолизі пиролиз қондырғыларының реакторларына ұқсас түтікшелі иректі реакторда жүзеге асырылады. Кокстелу процестерінің және каталитикалық крекингтің өнімдерімен салыстырғанда сұйық гидропиролиз өнімдерінде кокстелуге қабілетті көп полиароматикалық құрамды бөліктер бар. Осыған қарамастан, процесс барысында кокстың едәуір мөлшерін қалыптастыру пайда болмайды, бұл пиролиздің сутегі атмосферасында жүруімен байланысты. Эрланген қ. университетінің (Германия) жасақтаған гидропиролиз процесінде, жылу тасымалдағыш сутегі газы болып табылады, тозаңдандырғыш типті реактор пайдаланылады. Бұл жағдайда гидродинамикалық тәртіпті дұрыс таңдау жағдайында шикізатты конверсиялау іс жүзінде кокс түзілуінсіз өтеді. Ароматты көмірсутектерімен байытылған газдар мен сұйық өнімдердің гидропиролизі кезіндегі жоғары өнімділігі, жоғары ароматталған шикізатты өңдеу үшін осы процесті пайдалану туралы мәселеге әкеледі. Қатты қалдық шикізатты өңдеу үшін каталитикалық емес гидрогенизация процестерін стационарлық, қайнаған немесе суспензияланған жылутасымалдағыш қабаты бар процестерде пайдаланылатын реактордың түріне қарай бөлуге болады. Суспензияланған жылутасымалдағыштары бар процестер мейлінше арзан, бірақ, олар өнімнің сапасы мен өнімділігінің төмендігімен сипатталады. Донор-сольвенттік процестер. Олар бұрын көмірді сұйылту үшін қолданылған технологияға негізделген, ал 50-ші жылдары Варга процесінде (Венгрия) - сутегі доноры мен бір реттік катализатордың қатысында орта дистилляттарды гидрокрекингілеген. АҚШ пен Канададағы әртүрлі фирмалар процестің бірнеше нұсқаларын жасақтады: - донорлық-сольвенттік висбрекинг ("Лурги"); - битуминозды мұнайларды донорлық өңдеу ("Галф-Канада"); - донор-сольвенттік крекинг ("Петро-Канада"); - донорлық висбрекинг ("Экссон") және басқалар. Донорлық крекинг ерекшелігі гидрогенизация процестеріне (гидровисбрекинг, гидрокрекинг, гидротазалау) қарағанда реакция аймағында молекулалық сутектің болмауы кезінде жүзеге асырылады. Донорлық крекинг кезінде бастапқы шикізат (мұнай қалдықтары) сутегі доноры ретінде әрекет ететін сұйықтық фазадағы сұйылтқыштармен (еріткішпен) араласады және крекинг аймағына жіберіледі. Донорлық сұйылтқыштың екі негізгі қасиеті болуы керек - асфальтендерді жақсы ерітуі және крекинг процесінде сутегінін жеңіл беруі. Сондықтан донорлық крекингтің шетелдік процестері донорлық-сольвенттік деп аталады. Бұл қасиеттер нафтенароматикалық негіздердің көмірсутектерімен фракцияларында бар. Классикалық сутегі доноры радикалды крекинг кезінде дегидрленуге қабілетті тетратин (тетрагидронафталин) болып табылады. Бұл реакция кезінде босатылған атомдық сутегі радикалдармен өзара әрекеттеседі, конденсация мен кокстың пайда болу реакцияларының жүруіне кедергі келтіреді. Сутегі донорлары крекингтің газойл фракцияларынан каталитикалық гидрлеу және кейін фракциялау арқылы алынады. Осылайша каталитикалық крекингтің (200-350°C) жеңіл газойлін, гидрлеуден кейін битуминозды мұнайларды (ДРБ) донорлық өңдеу процесінде "Галф Канада" фирмасы пайдаланады. ДБР процесінің жаңа сутегі доноры парафиндер мен циклопарафиндердің 10% -нан аспайды, қалғаны нафталиннің және оның ішінара гидрирленген туындыларының ароматты көмірсутектері деп есептеледі. Жаңа донордағы тетраленнің мөлшері шамамен 50% құрайды. Донорлық-висбрекинг процесінде "Экссон" фирмасы (Эйч ДДВ процесі) ауыр газойл фракциясынан (370-400°С) оны гидрлегеннен кейін сутегі доноры алынады. Қажетті мөлшерде жаңа донор мөлшері пешті жүктеуден 7% масс. (рециркуляциялық донорды ескере отырып) құрайды. "Лурги" фирмасының (ДЭСВ процесі) донорлық-сольвенттік процесінде жаңа сутегі доноры 200-500°С фракцияларының бір бөлігін гидрирлу арқылы алады. Донорлық-сольвенттік процестерінде алынған өнімдердің сапасы таза термиялыққа (кокстау, висбрекинг) қарағанда әлдеқайда жоғары. Осылайша, ДРБ процесінде өндірілген бензин қанықпаған көмірсутектердің аз мөлшерімен (бром саны 20-ға жуық) сипатталады және одан каталитикалық риформинг шикізаттын алу үшін қажетті сутегі тұтынуы кокстау процестерінің бензинін гидротазарту және кәдімгі гудрон висбрекингне қарағанда әлдеқайда төмен. Эйч ДДВ процесінің крекинг-қалдығындағы қ-пентанда ерітілмейтін заттардың мөлшері кәдімгі висбрекингтің крекинг-қалдығымен салыстырғанда айтарлықтай төмен. Бұл стандарт талаптарының тұтқырлығы сәйкес келетін қазандық отынын алу кезінде крекинг-қалдықты сұйылту үшін дистилляциялық фракцияларды тұтынуды 30% -ға азайтуға мүмкіндік береді. Донорлық- сольвенттік крекинг әзірше тек пилоттық қондырғыларда жүзеге асырылды. Термокрекинг. Батыс Сібір мұнайының гудроны және осы гудронның пропанды деасфальтизаттың асфальты сутегі донорының қатысында термокрекингісі зерттелінген және каталитикалық крекинг газойлына, термиялық крекингінің дистиллят шикізатыа, сондай-ақ бензол, толуол, ксилолдарды шығарғаннан кейін ароматты көмірсутектерді өндіру бойынша кешеннен алынған қалдыққа донорлық қоспа ретінде қолданылған. Гудрон крекингісінде донорлық қоспалар болған кезде (460-470°С, 2,0 МПа, шикізат:қоспа 9:1-ден 2:1-ге дейін арақатынасы), дистилляттардың жоғары өнімділігі және 500°C жоғары қайнайтын крекинг қалдықтарының шығымы төмендейтіндігі анықталған. Осылайша, әдеттегі крекинг кезінде C5-500°C дистилляттарының өнімділігі 37,6%, ал донорлардың қатысуымен 50,3% құрайды. Донорлық крекинг дистилляттарында күкірттің мөлшері төмен (1,2 - 1,9 есе), ал бензин мен жеңіл газойлда йод санының мәні, донорлық қоспа болмаған гудрон крекингтердегі осындай дистилляттардағы йод санының мәндерімен салыстырғанда төмен. Осының бәрінен донорлық қоспалар қалдық шикізаттың деструкциясы кезде Н-ыдырау кезеңінің неғұрлым қарқынды бағытына ықпал ете алатыны туралы қорытынды жасауға болады. Гудронды деасфальтизациялау процесінің асфальтендері қазіргі уақытқа дейін өнеркәсіптік термокрекинг қондырғылары үшін шикізат ретінде пайдаланылмайды. Ағындық жүйедегі зертханалық жағдайларда да, таза күйіндегі асфальттың крекингісін жүргізу өте қиын. Донорлық қоспаның қатысуымен асфальтты крекингілеу 350оС дейін қайнайтын жеңіл дистилляттардың 35% -дан астамын өндіруге мүмкіндік береді, бастапқы шикізаттың ара қатынасы асфальт:қоспа 4: 1 құрайды. Сонымен, мұнай қалдықтарының донорлық крекингін жүзеге асыру бір мезгілде шикізатты өңдеу тереңдігін арттырады және алынған дистилляттар сапасын жақсартуға мүмкіндік береді. Мұнай қалдықтарының донорлық крекинг процесінің гидровисбрекинг және су буының әсерінен крекинг процестерінен артықшылығы оны қолданыстағы бар термиялық крекинг қондырғыларының типтік жабдықтары мен оның қалыпты жұмыс жағдайында оны іске асыру мүмкіндігі болып табылады. Мұнай қалдықтарының донорлық крекингін енгізу мәселесі тиімді және дефицит донорлық қоспаларды іздестіруге байланысты. ӨЗІН-ӨЗІ ТЕКСЕРУ СҰРАҚТАРЫ:

1. Гидротермиялық процестердің артықшылықтары қандай? 2. Қандай донорлық-сольвенттік процестерді білесіздер? 3. Донорлық-сольвенттік процестердің өнімдері қарапайым термиялық процестердің өнімдерінен қалай ерекшеленеді? 4. Қандай өнімдер донорлық қоспалар ретінде қызмет ете алады? 3.2. Стационарлық катализатор қабаттағы гидрогенизация процестері.

Катализаторлар мен қоспалардың қатысуымен гидрогенизациялау процестері. Мұнай шикізатын өңдеудің екіншілік процестерінің арасында гидрогенизация процестері жетекші орынды алады, бұл мынадай себептерге байланысты: 1. күкіртті және жоғары күкіртті мұнайлардың жалпы балансының тұрақты өсуі; 2. тауарлық мұнай өнімдерінің сапасы мен табиғатты қорғауға қойылатын талаптардың күшеюі; 3. 3.алдын-ала гидротазалауды (каталитикалық крекинг, каталитикалық риформинг) талап ететін белсенді және селективті катализаторларды қолданумен каталитикалық процестерді дамыту; 4. мұнайды өңдеуді одан әрі тереңдету қажеттілігі. Гидрогенизациялық процестерге жатады: • гетерогенді қосылыстарды, қанықпаған көмірсутектерді жою, ал қатаң тәртіптерде ароматты көмірсутектерді ішінара сутектендіру мақсатымен отын және май фракцияларын гидротазалау; • Төменгі күкірт қазандық отын немесе одан әрі терең өңдеу үшін (мысалы: каталитикалық крекинг) шикізатты алу үшін ауыр мұнай қалдықтарының гидрокүкіртсізденуі және гидродеметализациясы; • мұнай өңдеуді тереңдетуге және мотор отындарының қорларын кеңейтуге мақсатында вакуум газойлі мен ауыр мұнай қалдықтарына гидрокрекинг жүргізу. Гидрогенизация процестері ауыр және битуминозды мұнайлардан, мұнай қалдықтарынан, көмір мен тақтатастардан мотор отындарын алу үшін үлкен қызығушылық тудырады. Германияда 1927 жылдан бастап бензин көмірді терең гидрирлеу арқылы алынды, ал Канадада битуминозды құмнан жасалған жасанды мұнай өндіру зауыты жиырма жылдан астам уақыт жұмыс істеп келеді және мұнай бағасының өсуіне байланысты жасанды мұнай импортталған мұнаймен сәтті бәсекелеседі. Ауыр мұнайларды, табиғи битумдарды және қалдықтарды өңдеудің гидрогенизациялау процестері екі класқа бөлінеді: каталитикалық және каталитикалық емес. Каталитикалық гидрогенизация процестері гидрокүкіртсіздену және гидрокрекинг болып табылады. Гидрокүкіртсіздену процестері шикізаттың бір немесе одан да көп қасиеттерін жақсартуға қызмет етеді және тар мақсатқа байланысты гидродеметализацияға және тиісті гидрокүкіртсізденуге бөлінеді.

Өнеркәсіпте мұнай қалдықтарының гидрокүкіртсіздену процестері өте көлемде қолданылады. Жапонияда олар мейлінше үлкен қолдау тапты, онда төменгі күкірт қазандық отындарының өндірістерінде қолданылады. Бұдан басқа, гидрокүкіртсіздену (күкірт, азот, металдың құрамын азайту) каталитикалық крекинг немесе кокстеуге шикізатты дайындау үшін қолданылады. Шикізат құрамындағы металдар мен асфальтендер гидрокүкіртсіздену катализаторларының бетіне қойылып, поралардың аузын жабады, бұл катализатордың деактивациясына әкеледі, сондықтан катализатордың жұмыс істеу мерзімі әдетте бір жылдан аспайды. Бұл жағдай қалдық шикізатты өңдеу процестерін дамытуды қиындатады және кедергі келтіреді.

Гидрокүкіртсіздену үшін екі реакторлық жүйе қолданылады: деметализация үшін бірінші реактор, гидрокүкіртсіздену үшін екінші реактор. Катализаторлар мен күкіртсіздендіру технологиясының жаңа жетістіктері ауыр мұнай қалдықтарынан күкірті аз қазандық отындарын алуға, каталитикалық крекинг пен азкүкіртті кокс өндірісі үшін шикізатты өндіруге, ауыр металдар мен асфальтендердің жоғары құрамдас бөлігі бар ең ауыр мұнайды экологиялық қауіпсіз өңдеу мәселелерін шешуге мүмкіндік береді. Дегенмен, бұл үшін техника-экономикалық көрсеткіштерді, ең алдымен, сутегінің өзіндік құнын ондаған есе азайту, мұнай қалдықтарын жақсартуға капиталдық және пайдалану шығындарын 3-4 есе төмендету қажет. Тапсырманың қиындығы мен шикізаттың алуан түрлілігі гидрогенизация процестерінің көптеген нұсқаларын жасады. Мұнай қалдықтарының гидрокүкіртсізденуінің және гидрокрекингтің үш әдісі өнеркәсіпте кеңінен қолданылады: перодты түрде регенерациялаумен стационарлық катализатордың қабатында, шарикті катализатордың жылжымалы қабатында («бункер» әдісі) және катализаторды 15 МПа қысымда кезеңді түрде алмастыратын үш фазалы қайнаған қабатта. Барлық жағдайларда екі немесе үш реакторда процесс жүреді, соның ішінде гидродеметаллизация және гидродеасфальтизация бірінші реактордағы үлкен поралары бар пораларының көлемі үлкен арзан катализатормен жүзеге асырылады; екіншісінде гидрокүкіртсіздену, ал үшіншіде (қажеттілік кезінде) - гидрокрекинг өтеді. Стационарлық катализатор қабаттағы процестер. «Келлог» фирмасы катализатордың мерзімді қалпына келуімен гидродеметаллизация процесін жасақтады. Бұл процесте шикізат өзгерісінің жоғары дәрежесін (50-60%) қамтамасыз ететін басқа гидрокүкіртсіздену процестеріне қарағанда температура жоғары және көлемдік жылдамдығы үлкен, бірақ қысымы төменірек. «Келлог» фирмасы процесінде реакторлардың әртүрлі түрлерін қолдануға болады, бірақ катализатордың периодты регенерациясын жүргізу қажетті шарттардың бірі. «Шеврон» фирмасы стационарлы катализатордың қабаты бар сызбаға сәйкес мазут пен гудронды гидродеметаллизациялау және гидрокүкіртсіздендіруді жүзеге асырады. Процестің сызбасы шикізат бойынша бір рет өткізумен құрамында сутегі бар газбен күкіртті сутегіден тазарту. Катализатор металдардың тұнуына төзімді, жұмыс ұзақтығы 6 айдан 12 айға дейін. Негізгі өнім-күкірті аз қалдық, қазандық отыны ретінде пайдаланылады. Қондырғыда 4 реактордың екі параллельді желілері бар, қалған аппараттар бір желіде. Соңғы екі реакторда катализатордың бір қабаты бар, ол оның жүктелуін және түсірілуін жеңілдетеді, бу-сұйық қоспасы катализатордың қабатының қимасы бойынша біркелкі таратылады, салқын сутегі бар газды енгізу арқылы температура жақсы реттеледі. Біріншіден, шикізат жүруі бойынша реакторлар деметаллизациялау қабілеті жоғары төменгі кеуекті катализатормен жүктеледі, одан кейін жоғары гидрокүкіртсіздендіруші белсенділігі бар катализаторлар салынады. Катализатор жүктеу арнайы сыйымдылықтан реакторға гидравликалық әдіспен тасымалдау арқылы жүзеге асырылады. Катализатор реакторда тұндырылады, ал тасымалдау сұйықтығы катализаторлық сыйымдылыққа қайта оралады. Реактор көп сөрелі, сөрелердің төменгі бөлігі конустық түбімен шектелген көптеген ұсақ тесіктері бар. Реактордың бұл конструкциясы реактор қимасы бойынша газшикізат ағынын біркелкі бөлуді қамтамасыз етеді. Ол сондай-ақ катализатордың тез толық түсірлуін қамтамасыз етеді. Конструкцияның тағы бір нұсқасы - «бункер-реактор» ("Шелл"l) гидродеметализация, гидро күкіртсіздендіру және гидрокрекинг процестерін тоқтатпай, жаңа катализатордың қалпына келтірілуін және жүктелуін қамтамасыз етеді. Бұл катализатордың үздіксіз катализаторлық риформингісін орнатумен салыстыра отырып катализатордың тұтынылуын реттеуге мүмкіндік беретін шлюздер мен арнайы крандар жүйесі арқылы қамтамасыз етіледі, бұл пайдаланылған гидрдеметализация катализаторы регенерацияға жатпайды немесе ол қондырғыдан тыс шығарылып өңделеді. Алдын ала реакторға ие жүйенің тиімділігі әсіресе жоғары металл құрамы бар шикізатты өңдегенде байқалады. Алдын ала реактордан кейін газ негізіндегі қоспа негізгі реакторға түседі. Газ өнімдер қоспасы сепараторлық жүйеден өтеді, сутегі бар газ күкіртті сутегінен тазартылады және реакция газдары отын желісіне жіберіледі, сұйық өнімдер фракциялауға түседі.

Шикізат көрсеткіштері және алынған тазартылған қалдық (165°C жоғары) төменде келтірілген. 165°C жоғары қайнайтын фракцияның шығымы массасы бойынша 95,4%, күкіртті сутегі - массасы бойынша 4%. Қалдық отынға деген сұраныстың тұрақты төмендеуіне және орташа дистилляттарға деген сұраныстың артуына байланысты қалдықтардың гидрокрекингісі процесінің маңызы артып келеді. Алайда стационарлық қабаттағы қалдықтардың тікелей гидрокрекингі катализатордың жоғары деактивациясына байланысты тиімді болмағандықтан, катализатордың кокстелуін және деактивациясын төмендету үшін оның белсенділігін төмендетуге болады, бұның бір жолы жұмыс істеп тұрған гидрокрекинг қондырғысының тәртібін өзгерістер дәрежесін төмендетуге (50% дейін) болады, яғни жеңіл гидрокрекингті жүзеге асыру, ол гидрокүкіртсіздену мен гидрокрекинг арасындағы аралық нұсқасы болып табылады. Ол гидрокрекинг катализаторларын қолдану арқылы қалдықтардың гидрокүкіртсізденуі қондырғыларында жүргізілуі мүмкін. Осылайша, қалдықты тазарту процесі резидфайнинг ("Экссон") күкіртті және металдарды 90% -дан артық алып тастауға, сондай-ақ қалдықтың шығымы 30% -дан аспайтын орташа дистиляттық фракцияларға айтарлықтай үлес қосуға мүмкіндік беретін жеңіл гидрокрекинг режимінде жүзеге асырылуы мүмкін. Шикізатты дистилляциялық фракцияларға тереңірек айналдыруды жүзеге асыру үшін жеңіл гидрокрекинг басқа процестермен біріктіріледі. BOC-юнибон (ЮОП) процесі жеңіл гидрокрекингпен термиялық крекингтің бірігуі болып табылады. Жеңіл гидрокрекинг секциясы күкіртті, асфальттарды, металдарды және бастапқы ауыр шикізатты ішінара крекинглеуге арналған. Осы секцияның сұйық өнімдері термиялық крекинг секциясына енеді, мұнда дистилляциялық фракцияларға өзгерту аяқталады. Жалпы конверсия 60- 70%, күкіртті жою деңгейі 70-80% құрайды. Стационарлық қабаттағы қалдықтардың гидрокрекингі катализаторларының өмірін ұзартудың баламалы жолы еріткіштермен дезасфализация, термиялық (кокстеу, висбрекинг) немесе гидрогенерациялық өңдеу арқылы шикізатты алдын-ала жақсарту болып табылады. Қазіргі заманғы мұнай өңдеу өнеркәсібінде қалдықтардың еріткіш арқылы алдын ала деасфальтизациясы мен гидрокрекингті біріктіру кеңінен қолданылады. Дегенмен, шикізатты дайындау кезінде шикізат құрамында 50 мг/кг-дан астам металдар болған кезде, шикізатты дайындау сатысына деасфальтизацияны қолдану тиімді емес, сондықтан, перспективалы каталитикалық гидродиасфальтизация процестері жасақталды. «Тиеда» фирмасы (Жапония) ABC процесін дамытты, онда асфальтентті селективті ыдырату және терең деметализациялау жүргізіледі. Бұл процесте металдың улануына тұрақтылығы жоғары және асфальтенттердің крекингісіне және деметаллизация реакцияларына жоғары белсенділігі бар арнайы кең поралы катализаторлар қолданылады. Катализатордың қызмет ету мерзімі 6 айға жуық, катализатордың дезактивациясы металдардың 70% -дан асқан (катализатордың массасының негізінде) кезде болады.

АВС катализаторын қолданудың мейлінше тиімді саласы металдардың және асфальтендердің жоғары мөлшерінен тұратын ауыр мұнайлардан алынған гудрон мен битумдарды өңдеу болып табылады. Алдын ала қыздырылған шикізат сутегімен араласады және төмен түсетін ағынмен стационарлық катализатордың қабаты бар реакторға түседі. Реактордан шығатын өнімдер (жеңіл және орташа фракцияларды бөлгеннен кейін) еріткішпен деасфальтизациялауға түседі. Осы сатыда шығарылған асфальтендер ABC секциясы арқылы деасфальтизатқа толық айналдырылғанға дейін рециркуляцияланады. Ашық мұнай өнімдерінің өнімділігін арттыру үшін ABC процесі гидровисбрекинг процесімен біріктірлуі немесе гидрокүкіртсіздендіру және одан кейінгі каталитикалық крекингпен немесе дезасфальтизат гидрокрекингімен ұштастырылуы мүмкін. ӨЗІН-ӨЗІ ТЕКСЕРУ СҰРАҚТАРЫ: 1. Гидрогенизация процестерін дамытудың себебі неде? 2. Гидрокүкіртсіздену процесінің мақсаты қандай? 3. Гидрокүкіртсізденуге қандай жүйелер қолданылады? 4. Стационар катализатордың қабатымен қандай процестерді білесіздер? 5. Осы процестерде алынған өнімдер қалай сипатталады? 6. «Галф» процесі реакторына катализаторлар қандай ретпен жүктеледі? 7. «Шелл» процесі реакторына катализатор қалай жүктеледі? 8. ВОС-юнибон (ЮОП) процесінде қандай процестер біріктіріліп қолданылады? 9. АВС процесінде кең пробалы катализатор қандай мақсатта қолданылады?

10. Жеңіл өнімдердің шығымын арттыру үшін ABC процесін қандай процестер біріктіруге болады? 3.3. Катализатордың қайнаған қабатындағы гидрогенизация процестері. Жоғарыда айтылғандай, қалдық шикізатты өңдеу үшін жылжымалы катализатордың қабаты бар жүйелер қолайлы. Үш фазалы қабатта катализатордың қайнаған қабаты бар реакторларда ауыр мұнай қалдықтарының гидрокүкіртсізденуі және гидрокрекинг процесстері жүргізіледі. Қатты фаза - катализатор, сұйық-шикізат және өнім, газ - құрамында сутегі бар газ, көмірсутегі буы, күкіртті сутегі, аммиак. Кейінірек реактордың тағы бір модификациясы жасалды. Принциптік ерекшелігі катализатор түйіршіктердің мөлшерін азайту болып табылады. Процестің кинетикалық сипаттамаларын жақсарту қайнаған қабаттың биіктігін азайтуға және ішкі айналым сорғысынан бас тартуға мүмкіндік берді. Бұдан басқа, реакторға катализатор жаңа бөліктермен енгізілді. Ол шикізатпен қоспада енгізіледі. Реактордың конструкциясы едәуір қарапайым бола түсті. Катализатор реактордан кішкене бөліктермен: қалдықтарды гидродеметаллизациялау кезінде - тәулігіне, гидрокүкіртсіздендіру кезінде - бірнеше тәулікте бір рет енгізіледі және шығарылады. Осындай жүйеде катализаторды регенерациялау үшін реакторды тоқтатудың қажеті жоқ. Қалқымалы катализатордың деңгейін өлшеу үшін реактор қабырғасына радиоактивті деңгей көрсеткіші орнатылған. Мұндай қондырғылардың айрықша ерекшелігі - технологиялық икемділік, өңдеудің әр түрлі тереңдігімен гидрокрекинг немесе гидрокүкіртсіздену тәртібінде қалдықтардың кез келген түрін өңдеу мүмкіндігі.

Фирма ауыр араб мұнайының мазутын және әртүрлі металл мөлшерлерімен екі типтегі гудрондардың ауыр металдарын өңдеу процесінің көрсеткіштерін келтіреді. Процестің кемшіліктері - катализатордың жеке бөлшектерінің бірдей жұмыс істемеуі, қалың қабырғалы үлкен өлшемді реакторлар, бұл үлкен капиталдық және пайдалану шығындармен және дамыған машина жасау саласын қажет етеді. ВНИИ НП қалдық шикізатты күкіртсіздендіру және гидрокрекингке арналған бірқатар нұсқаларды әзірледі: • бір сатылы процесс катализатордың үш фазалы қайнайтын қабаты бар, H-Oil технологиясына ұқсас; • қайнаған қабатта бірінші кезеңі және стационарлық қабатта екінші кезеңі жүретін біріктірілген процесс;

• әр кезеңде стационарлық қабаты бар үш сатылы процесс. Шикізатты деметализациялау үшін арнайы катализатор жасақталды, ол гидрокүкіртсіздену сатысында оның шығынын үш есе азайтуға мүмкіндік берді. Мазутты гидрокрекинглеу кезінде маркасы 100, ал гудроннан маркасы 200 қазандық отыны шығарылады. Мұнай-химия институтында пилоттық масштабта айналмалы микрофералық катализатормен төмен қысымда (3 МПа дейін) мұнай қалдықтарына арналған гидрокрекинг процесін жасақталды, катализатор реактордан үздіксіз шығарылады қайнаған қабатта регенерацияға түседі. Бұл процестің реакторлық блогының құрылымдық конструкциясы каталитикалық крекинг қондырғысымен 43-103 бірдей. Бұл процесс үшін массасы бойынша 5% никель мен молибден оксидтері бар механикалық берік және тұрақты және 180 м2/г арнайы беті бар алюминий-никель- молибден катализаторын алу технологиясы жасақталды.

Мазутты гидрокрекинг жүргізу процесі 440-450°С температурада, 3 МПа қысымда, 2 сағ-1 шикізат берудің көлемдік жылдамдығында, 800- 1000 м3/м3 құрамында сутегі бар газ айналымы еселігінде жүзеге асырылады. Гидрокрекинг еріткіш және рисайкл арқылы жүзеге асырылады. Еріткіш ретінде б.қ. - 350°C гидрогенизат фракциясы, ал рисайкл ретінде 350°C жоғары қалдық мазуттан массасы бойынша 25% мөлшерде қолданылады. Катализатордың шығыны 0,05 - 0,1% құрайды. Жасақталған катализатордың үздіксіз регенерациясы бар гидрокрекинг процесі өңделтін шикізаттың сапасына қатысы бойынша әмбебаптық қасиет көрсетеді (мазуттар, гудрондар, битумды мұнайлар және т.б.), ол отындардың кең спектрін алуға мүмкіндік береді. Ол бір сатылы өңдеу кезінде қалдықтарды толық жеңіл, күкірті аз мотор отындарына толық конверсиялауды қамтамасыз етеді. ӨЗІН-ӨЗІ ТЕКСЕРУ СҰРАҚТАРЫ: 1. Қалдық шикізатты өңдеуде катализатордың қайнаған қабатын пайдаланудың артықшылығы қандай? 2. Катализатордың қайнаған қабаты бар гидропроцесстерде реакторлардың қандай родификациялары қолданылады? 3. «Луммус» фирмасы қондырғысының реакторы қалай жұмыс істейді? 4. «Луммус» фирмасы процесінің кемшіліктері қандай? 5. ВНИИ НП-де күкіртсіздендірудің және гидрокрекингтің қандай процестері жасақталған? 6. Какими параметрами характеризуется процесс гидрокрекинга мазута на микросферическом алюмосиликатном катализаторе? 6. Микросфералық алюмосиликат катализаторындағы мазутты гидрокрекинглеу процесі қандай параметрлермен сипатталады? 7. Бір рет қолданылатын катализаторлар не үшін пайдаланылады? 3.4. Қосымдармен гидрокрекинг. Қалдықтар мен ауыр мұнайларға арналған гидрокрекинг катализаторлары жылдам деактивацияға бейім болғандықтан, көмірсутектердің конверсия дәрежесін көбейтуге көмектесетін қосымдар деп аталатын бірреттік катализаторлармен қолданылатын процестер жасақталды. Мұндай процестерге мыналар жатады: • Феба - комби - крекингі және феба - LQ - крекинг ("Феба- Ойл"фирмасы); • Аурабон (ЮОП фирмасы); • Кэнмет (Канада энергия министерстлігі); • HFC (Ресурстар және қоршаған ортаны қорғау ұлттық зерттеу институты, Жапония); • М-коук («Экссон» фирмасы); • НДН ("Интевеп" фирмасы, Венесуэла). Феба-комби-крекинг процесі. Көмірді сұйылту процесін өндірістік қолдануда Германияда жинақталған тәжірибеге сүйене отырып, феба - LQ - крекинг және феба - комби крекинг (VCC) процестері жасақталды. Негізгі кезең - шикізатты сұйық-фазалық гидрогенизациялау, ол массасы бойынша шамамен шикізатқа есептегенде 2% мөлшерінде бір реттік қолданылатын ұнтақты катализатормен араластырылады. Катализаторға қоспа ретінде Байер контактісі (алюминий өнеркәсібінің темірлі шлам- қалдығы) немесе қоңыр көмір коксы қолданылады. Шикізат суспензиясы және қосымдар айналымдағы құрамы сутекті газбен және жаңа сутегімен араласады, 380 ° C дейін қыздырылып колонналық типтегі реакторға беріледі, мұнда 430-470°C температурада және 12-30 МПа қысымда шикізатты өзгеріске түсуі жүреді. Шикізаттың қасиеттеріне және оның қажетті өзгеріс тереңдігіне қарай, процестер катализаторсыз жүзеге асырылуы мүмкін.

Феба-комби-крекинг процесі ассортимент пен өнімдердің шығымына қатысты жоғары икемділікпен ерекшеленеді. Процестің параметрлерін өзгерту өнімдердің шығымын кең ауқымда өзгертуге мүмкіндік береді: бензин - 17-35%, орташа дистиляттар - 30-40%, вакуум газойлі - 12-32%, қалдық шамамен 5%. Феба-LQ-крекинг процесінде өнімдер шығымы ұқсас болады, бірақ олардың сапасы әлдеқайда төмен (күкірттің және азоттың мөлшері бірнеше есе жоғары). VCC технологиясы жоғары қысымды гидрлеу технологиясы болып табылады, ол мұнай қалдығын сұйық-фазалық гидрлеу біріншілік конверсиялайтын одан кейін біріншілік синтетикалық мұнайды буфазалық гидрлеумен жоғарғы сапалы өнімдерге конверсиялауды біріктіреді.

Процестің негізгі артықшылығы - шикізаттың сапасына шектеулердің жоқтығы. Процестің икемділігі газ фазасының реакторы гидротазарту режимінде де, гидрокрекинг режимінде де жұмыс істеуін қамтамасыз етеді. VCC технологиясы әлі де бірегей болып табылады, қалдық шикізатты 95-98% терең өңдеуге мүмкіндік береді. Қондырғының пайдалану периоды негізінен газ фазасындағы реактор катализаторының қызмет ету мерзімімен шектеледі. Бастапқы шикізатқа сутегі шығыны 300-500 нм3/т (орташа есеппен 3,7%) құрайды. Процесте алынған өнімдер, келесідей қолданылады: • бензин (C5-175°C) –каталитикалық риформинг шикізаты. • керосин (175-225°С) – реактивті отындардың құрамды бөліктері • дизель фракциясы (225-350°С) – дизель отыны • вакуум газойлі – жеңіл қазандық отыны • 524°С жоғары қалдық – көмірді өңдеуге арналған зауыттар үшін шикізат немесе сутегі, энергия өндірісі үшін сұйық отын. VCC процесінде қолданылатын бірдей принцип KENMET процесінің негізінде жатыр, мұнда бір рет қолданылатын катализатордың процесс қысымын едәуір төмендетуге мүмкіндік береді. Катализатор 0,5-0,7% мөлшерінде шикізатпен суспендирлейді, температура 470°C-тан және қысым 5-7 МПа-дан аспайды. Процесс бір сатылы, қатты бөлшектер реактордан үнемі алынып тасталады - ұсақтары өніммен бірге үстінен шығарылады, ал мейлінше ауыр бөлшектер (пек) төменнен шығарылады және газдандыруға түсуі немесе отын ретінде пайдаланылуы мүмкін. НДН процесі. НДН процесі («INTAVEP» Венесуэла фирмасы), негізінен, VCC және KENMET процестеріне ұқсас және ауыр көмірсутекті шикізаттардан жоғары сапалы синтетикалық мұнай өндіруге арналған. Бұл қалдықтарды өңдеудің біріккен әдісі, ол келесі сатыларды қамтиды: • арзан суспендирленген катализатормен реактордағы мазуттың гидрокрекингісі; • б.қ.- 340°С фракциясын гидротазалау • б.қ.-510°С қалдықты пентанмен деасфальтизациялау кейін деасфальтизат пен вакуум газойлінің қоспасын гидротазалау. Гидрокрекинг реакторына жаңа катализаторды үздіксіз жеткізу процесс параметрлерін өзгертпеген кезде тұрақты сапалы өнім алуға мүмкіндік береді. Гидрокрекинг сатысында шикізаттан ванадийдің 85% масс. және асфальтендердің 70% масс. жойылады. Ауыр мұнайды өңдеу кезінде (= 0,9861; S=2,9 %, асфальтендер мөлшері - 8,7%, Конрадсон

бойынша кокстелуі – 11,1%, гудрон шығымы (б.қ. - 565°С) - 56 % көл., ванадий мөлшері 320 мг/кг). Процесте сутектің жалпы шығыны шамамен 2% масс. құрайды, оның 40% гидрокрекинг сатысында пайдаланылады. Тазартылған дистилляциялық фракцияларды араластыру арқылы алынған синтетикалық мұнай келесі сипаттамаларға ие: тығыздық – 0,892 , г/см3, күкірт мөлшері – 0,1 % масс. ванадий мөлшері 0,2 мг/кг, Конрадсон бойынша кокстелуі К = 0,7 % масс. Аурабон процесі. Құрамы ең қолайсыз шикізатты өңдеу үшін ЮОП фирмасы аурабон процесін жасақтады. Бұл процесте никель мен ванадий сульфидтері бар катализаторлары шикізаттың 3% мөлшерінде пайдаланылады, бұл асфальтендер мен металдарды 95% дейін шикізаттан жоюға мүмкіндік береді. Қалдықтардың гидрокрекингінің түпнұсқалық процесі Жапонияда жасақталды, онда бір реттік әрекет ететін суспендирленген катализаторлар ретінде, гидрокүкіртсіздену процесінде түзілген, құрамында тұнған коксы және ауыр металдары бар, қалдықтарды гидрокүкіртсіздендіруде жұмыс істеген катализаторлары қолдануды ұсынады. HFC деп аталатын гидрокрекинг процесінде кокс, никель және ванадий тұнбалары түзілетін термиялық крекинг реакциялары мен каталитикалық реакциялар орын алады.

М-Коук ("Экссон" фирмасы) процесінің негізінде термиялық және каталитикалық реакциялардың бірігуі жатыр. Бұл процестің катализаторлары тікелей реакторда каталитикалық активті металдар қосылыстарынан түзіледі, олар шикізатта ериді немесе жақсы дисперсияланады. М-Коук процесінің атауы катализатордың каталитикалық белсенді металдан (жақсырақ молибденнен) және шикізатты құрайтын кокс алдындағы қосылыстарынан құралғанын білдіреді. Молибден қосылыстары ретінде, молибденнің нафтенаттары мен карбонилдерімен қатар фосфомолибицид қышқылының арзан су ерітінділері бірге пайдаланылуы мүмкін. ӨЗІН-ӨЗІ ТЕКСЕРУ СҰРАҚТАРЫ: 1. Феба-комби- крекинг процесі немен сипатталады? 2. Бұл процестің икемділігін немен түсіндіреді? 3. Катализаторлық қоспаларды пайдалану нәтижесінде алынған өнімдердің сипаттамалары қандай? 4. Синтетикалық мұнайды қандай процестің көмегімен алуға болады? 5. Гидрокрекинг процестерінің катализаторы ретінде қандай материалдар қолданылады? 4 ТАРАУ. МҰНАЙ ҚАЛДЫҚТАРЫН ӨҢДЕУ СЫЗБАЛАРЫН ОҢТАЙЛАНДЫРУ. 4.1. Ауыр қалдықтарды терең өңдеу сызбалары. 1. Термиялық процестер. 2. Гидрогенизация процестері. 3. Феба-комби крекингінің және ККФ каталитикалық крекингтің комбинациясы.

Термиялық процестер Қарастырылған процестерден көріп отырғанымыздай, олардың ешқайсысы қалдық шикізатты өңдеу кезінде абсолютті артықшылықтарды қамтамасыз етпейді. Термиялық процестерді жүзеге асыру үшін салыстырмалы түрде аз капиталдық және пайдалану шығындары қажет, бірақ сұйық өнімдердің шығымы және олардың сапасы мейлінше төмен болады. Бұдан басқа, термиялық процестер кезінде едәуір мөлшерде жанама өнімдер (кокс, пек және т.б.) түзіледі, оларды кәдеге жарату қиындық туғызады. Каталитикалық крекинг процестерінде сұйық өнімдердің жоғары шығымы мен сапасы жоғары, бірақ катализатордың жоғары шығынына байланысты жоғары пайдалану шығындарымен сипатталады. Сонымен қатар, каталитикалық крекинг процестерінің көмегімен салыстырмалы түрде қолайлы 30 мг/кг-ға дейінгі металл мөлшерімен және кокстелуі массасы бойынша 10% көп емес шикізатты (белгілі бір тәсілмен тазартылған) өңдеуге болады. Гидрогенизация процестері. Мейлінше әмбебап гидрогенизация процестері болып табылады, өйткені олар әртүрлі ауыр және қалдық шикізаттарды жоғары сапалы дистиллят өнімдеріне толығымен айналдыруға мүмкіндік береді. Алайда жоғары сутегі қысымымен жүзеге асырылатын осы процестерді жүзеге асыру ең үлкен капиталдық салымдар мен пайдалану шығындарын қажет етеді. Осыған байланысты, қалдықтарды қайта өңдеу кезінде өнімнің өнімділігі мен сапасын және оларды өндіру шығындарын оңтайландыруға мүмкіндік беретін әртүрлі деструктивті процестерді біріктіруге жиі жүгінеді. Қалдық шикізатты каталитикалық крекингпен әртүрлі дайындау процестерінің комбинациясында жиі қолданылады. Шикізатты дайындаудың ең кең таралған әдістерінің бірі деасфальттау болып табылады. Алайда, деасфализаттың сапасы жақсарған кезде оның шығымы айтарлықтай төмендейді. Мысалы, жеңіл араб мұнайының гудронын металдар құрамы Ni + V = 80мг/кг және кокстелуі К=16,4% масс., бутанмен деасфальтизациялау кезінде деасфальтизат құрамындағы Ni +V =14мг/кг және К=7,1 шығымы 80 % құрайды, ал металдар мөлшері Ni + V = 6 мг/кг және К=3,6 % - барлығы 66 % құрайды. Сонымен қатар, күрделі қыйын кәдеге асатын асфальтит айтарлықтай мөлшерде түзіледі. Осылайша, асфальтты қолданудың қиындықтарынан аулақ болуға мүмкіндік беретін қалдықтардың термоадсорбциялық деасфальтизациясы (APT, ЗД және т.б.) кеңінен қолдау тапты. Қазіргі уақытта каталитикалық крекингке шикізатты дайындаудың гидрогенизация әдістеріне ерекше назар аударылады, бұл металдардың, күкірттің және кокстың белгіленген талаптарға дейін азаюына мүмкіндік береді. Бұл кезде жанама өнімдер ретінде бензин мен орта дистилляттар пайда болады. Феба-комби крекингінің және ККФ каталитикалық крекингтің комбинациясы. Феба-комби крекингінің және ККФ каталитикалық крекингтің комбинациясы өте тиімді болып табылады. Зауыт сызбасына феба-комби крекинг процесін енгізген кезде МӨЗ-де қалдықтар мүлде болмайды (шикізат реакторындағы VCC≈6% гидрогенизациялық қалдықтарды қоспағанда, ол газификацияға түсуі мүмкін, бұл кезде сутегі немесе электр қуаты өндіріледі немесе бу өндіру үшін жағылады). Мұндай зауыттың өндіріс құрылымында мазут мүлде болмайды. ККФ сызбаларымен қатар келесі процестердің комбинациясы қолданылатын сызбалар да қолдау тапты: • гидро күкіртсіздену + кокстау жоғары күкіртті шикізатынан электродты коксты өндіруге мүмкіндік береді және дистиллят өнімдерінің шығымы мен сапасын арттырады; • деасфальтизация + гидрокрекинг процестің қатаңдығын азайтады және гидрокрекинг катализаторының қызмет ету мерзімін ұзартады; • гидрокрекинг + термокрекинг (ВОС - юнибон); • гидрокүкіртсіздену (гидрокрекинг) + құрамында сутегі бар газды алу үшін қалдықты газдандыру (негізгі процеске сутегінің қажеттілігін қамтамасыз етеді). Мотор отындарының құрамдас бөліктерін максималды алу арқылы гудронды қалдықсыз терең өңдеуін жекелеген процестер немесе келесі өндірістік процестердің комбинациясы арқылы жүзеге асыруға болады: • 15 МПа және одан жоғары қысымда гидрокрекинг - стационарлық қабат немесе катализатордың үш фазалы қайнау қабаты бар екі сатылы процесс;

• АРТ типіндегі термоадсорбциялы деасфализация және деметализациялау, АРТ газойлдің жеңіл гидрокрекингі және жоғары октанды бензиннің құрамды бөліктерін, орта дистилляттар алумен газойлдің каталитикалық крекингі, жеңіл гидрокрекингісі; • мотор отындарын, кокстеу газдарын және газдандырудың (оның ішінде сутегі) төменгі сапалы құрамды бөліктерін алу мақсатымен қайнаған қабатта гудронды кокстеу кейін ұнтақ коксты газдандыру. Дегенмен, ауыр көмірсутегі шикізатын өңдеу немесе олардың әрқайсысында біріктіру процестерін таңдау әрбір МӨЗ нақты жұмыс жағдайларына және ең алдымен, шикізаттың сапасына қарай бөлек анықталуы керек. Құрамы асфальтентті заттардың, металдардың және басқа да гетероқосылыстардың жоғары мөлшері бар гудронды (әсіресе терең вакуумды айдау) білікті өңдеу бірқатар ресейлік және шетелдік мұнай өңдеу зауыттарында айтарлықтай капитал мен пайдалану шығындарын талап етеді, сондықтан олар гудронды өңдеуді қазандық отындарын және битумдар алумен шектейді. Жоғарыда көрсетілген процестердің ешқайсысы немесе олардың комбинациясы абсолютті артықшылыққа ие болмағандықтан, әр зауыттың қалдықтарын өңдеудің оңтайлы сызбасын таңдау зауыттың нақты жағдайларына байланысты бөлек анықталуы тиіс.

ӨЗІН-ӨЗІ ТЕКСЕРУ СҰРАҚТАРЫ: 1. Ауыр қалдықтарды өңдеу технологиялық процестерін біріктірудің қандай артықшылықтары бар? 2. Ауыр шикізатты өңдеуге алдын-ала дайындау не береді және ол қандай процестермен жүзеге асырады? 3. Технологиялық процестердің комбинацияларының қандай түрлері бар? 4. Қандай факторлар әр зауыттың технологиялық процестерінің осы немесе басқа комбинациясын айқындайды? 4.2. Қалдық шикізатты өңдеудің әртүрлі сызбаларының техника- экономикалық көрсеткіштері. 1. Техника-экономикалық көрсеткіштерді жоғарлату. 2. Өңдеудің түрлі нұсқаларында экономикалық айырмашылық. Техника-экономикалық көрсеткіштерді жоғарлату. Бірнеше технологиялық процестерді бірыңғай орталықтандырылған басқарылатын қондырғыларға ұштастыра отырып ірілендіріп біріктіру кезінде: - резервуарлар парктерін, құбырларды, технологиялық коммуникацияларды және инженерлік желілерді қысқарту, жабдықтар мен аппараттарды ықшам түрде орналастыру, сорғыларды, компрессорды, оператор бөлмелерін, бақылау өлшеу приборларын және басқа үй- жайларды біріктіру нәтижесінде капиталдық салымдарды үнемдеу және құрылыстың тығыздығын арттыру; - фракциялау, жылу алмасу кезеңдерін біріктіру, қайта жылыту және қайта салқындату жұмыстарын жою, қалдықтардың жылуын пайдалану деңгейін арттыру және т.б. сияқты нақты энергетикалық, бу, отын және салқындатқыш суды тұтынуды азайту нәтижесінде пайдалану шығындарын үнемдеу, сондай-ақ техникалық қызмет көрсету персоналының санын азайту (яғни, еңбек өнімділігін арттыру) басқаруды орталықтандыру, автоматтандыру мен механикаландырудың жоғары деңгейі; - мұнай өнімдерінің жоғалуын және ағындар мөлшерін азайту, демек, қоршаған ортаға зиянды шығарындылардың мөлшерін азайтуға қол жеткізіледі.

Өңдеудің түрлі нұсқаларында экономикалық айырмашылық. «Шеврон» фирмасы жұмыс істеп тұрған және жаңа мұнай өңдеу зауыттары үшін мұнайдың қалдықтарын өңдеудің оңтайлы сызбаларын пилоттық қондырғылардың деректері бойынша таңдау үшін келесі нұсқаларды зерттеді: баяу кокстеу; гидрокүкіртсіздендіру және «флюид» каталитикалық крекинг, ККФ, еріткіштерді қолданумен деасфальтизация. Жоғарыда көрсетілген процестерді қамтитын төрт технологиялық сызбаны экономикалық жағынан салыстыру үш мұнайдың бірін: жеңіл Арабия, ауыр Арабия және Алясканың шыңдары, жылына 10 млн. тоннаға дейін өңдеуге арналған мұнай өңдеу зауытына сілтеме жасалды. Салыстыру үшін келесі бастапқы мәліметтер таңдалады: • мұнай қалдықтарының жеңіл мұнай өнімдеріне айналуының ең үлкен тереңдігі (ауыр отын өндірілмейді; кокс, асфальтит және сұйытылған артық газ жанама өнімдер ретінде қарастырылады); • негізгі өнімдерді бөлу: бензин 55%, орташа дистилляттар 45%, қажетті энергияның негізгі көзі - мұнай болып табылады; • вакуумды қалдықтарды өңдеуге қатысты бөлімдерін ескермегенде, технологиялық өңдеу сызбалары жалпы алғанда бірдей; • вакуумдық газойлді, кокстеу газойлін, деасфальтизаты өңдеу үшін, каталитикалық крекингті «флюид» пайдаланылады; • алкилдеу жоқ, сұйытылған газдарды өндіру үшін C3 және C4 барлық көмірсутектер пайдаланылады. Бұл нұсқалардың экономикадағы айырмашылықтары, жанама өнімнің (кокс немесе асфальтит) құнынан тәуелді жалпы капитал салымдарының өтелуіндегі айырмашылық арқылы көрінеді. Негізі ретінде баяу кокстеу нұсқасы қабылданды.

Баяу кокстеу процесінің нөлдік нүктесі жоғары күкіртті кокс бағасына ($ 11/т) сәйкес келеді. Экономикалық есептеулердің негізі ретінде шикізат пен өнімдердің құны $/м3 келесі мәндерге салынды: мұнай - 82, бензин фракциялары - 113, орта дистилляттар - 104; сұйытылған газдар - 110. Қалдықтарды өңдеудің ең үнемді сызбасын таңдау көбінесе шикізаттың табиғаты бойынша анықталады. Осылайша, жеңіл араб және Аляска мұнайларының қалдықтарын өңдеу үшін (негізгі жағдайда) қалдықтардың тікелей кокстелуі қарастырылмайтын сызбалар неғұрлым қолайлы болып табылады. Ауыр араб мұнайының қалдықтарын өңдеген жағдайда, тікелей кокстеу әдісі тиімді нұсқа болады. Кокстеу процесін немесе дезасфальтизацияны таңдауға әсер ететін факторлардың бірі, кокс және асфальттың қалдық өнімінің шығымы болып табылады. Деасфальтизация кокс:асфальтит арақатынасы бірден көп болған кезінде тиімдірек. Алайда, деасфальтизация процесінің экономикалық тиімділігі көбінесе асфальтты сату мүмкіндігіне едәуір дәрежеде байланысты екендігін ескеру қажет. Деасфальтизация процесін жетілдіру оны мұнай өңдеу сызбаларының отын нұсқасындағы сызбаларында кеңінен қолдануға мүмкіндік береді. Экономикалық есептердің нәтижелері мұнай өңдеу зауытын жеңіл арабиялық мұнайды өңдейтін МӨЗ сызбасына деасфальтизациялау қондырғысын (ROSE процесі) енгізу, деасфальтизатты ККФ қондырғысының шикізатының құрамды бөлігі ретінде пайдалану қазандық отынның шығымдылығын 20,6-дан 11,7% -ға дейін төмендетуге мүмкіндік береді. Бұл деректер гидрокүкіртсіздену және кокстау процестерінің комбинациясы тек қана кокстеу процесін пайдаланудан гөрі пайдалану шығындары мен күрделі салымдарды айтарлықтай көп талап етеді. Қосымша капиталдық салымдар 7 жылдан астам мерзімде өтелуі мүмкін (өнім құнының таза айырмасы бойынша 13 млн. $/жыл). Бұл өзін-өзі ақтаудың ұзақ уақыты, бірақ шикізатты алдын-ала гидрокүкіртсіздендіру кокстеу процесінің икемділігін айтарлықтай арттырады, өйткені жоғары күкіртті мұнайлардан электродты кокс және жақсы сапалы дистилляттар алуға мүмкіндік береді, белгілі бір жағдайларда гидрокүкіртсіздендіру және кокстау процестерінің комбинациясы жеке мұнай өңдеу зауыттарында қолдану табады. Кокстау процестерін (немесе деасфальтизацияның) және ККФ дистилляттарын біріктірудің көмегімен қалдықтарды өңдеу мұнайдан 90% дейін жеңіл мұнай өнімдерін алуға мүмкіндік береді. Қалдықтарды тікелей гидрокүкіртсіздендіруден кейін каталитикалық крекинг процестерін "Галф рисерч" және "Мобил ойл" фирмалары жасақтады. Балама ретінде, бес әртүрлі нұсқалар іріктелді, олар іс жүзінде ауыр араб мұнайларын ешқандай қалдықсыз өңдейді, ол үшін гудронды өңдеу процестерінің әр түрлі комбинациялары енгізілді. ӨЗІН-ӨЗІ ТЕКСЕРУ СҰРАҚТАРЫ: 1. Өңдеудің белгілі бір сызбасымен қандай техника- экономикалық көрсеткіштер сипатталады? 2. Өңдеудің түрлі нұсқаларында экономиканың айырмашылығы қандай? 3. Қалдықтарды тікелей гидрокүкіртсіздендіру мен ККФ процестерін үйлестіруге не мүмкіндік береді? 5 ТАРАУ. МАЗУТ ӨҢДЕУДІҢ МИНИЗАУЫТТАРЫ ЖӘНЕ БИТУМ АЛУ. 5.1. Мұнай өңдеуді тереңдету. Мұнай өңдеуді тереңдету-мазут шикізат ретінде. Мұнай өңдеу саласының ең өзекті экономикалық және техникалық проблемалары мұнай өңдеудің тереңдігін арттыруға мүмкіндік беретін зауыттың қолданыстағы технологияларын жетілдіру және жаңа технологиялық процестерді құру болып табылады. Өңдеу тереңдігін арттырудың қозғалтқыш күші ауыр мазутқа деген сұраныстың төмендеуі, мотор отындарына өсіп келе жатқан сұраныс болып табылады. Мұнайды өңдеудің жаңа технологиялары қалдықсыз немесе азқалдықты қоршаған ортаны ластамайтын және экономикалық жағынан тиімді, энергияны үнемдеуі және қорларды үнемдеуі тиіс. Зауыт шығаратын өнімдер мен материалдардың ассортименті мен сапасы, қазіргі уақыттың талаптарына сай болуы тиіс. Бұл мәселе әсіресе мұнайдан алынатын мазуттың үлесі 40-60% болатын кішігірім мұнай өңдеу зауыттары үшін өте өзекті. Қазіргі уақытта мазут деп нені айтады? Мысалы, М-100 маркалы мазут негізгі құрамдас бөлігі ретінде 50-70% -на дейін (біріншілік мұнай айдау атмосфералық колоннаның қалдығына) 20-25% дизель фракцияларының қосумен, ал қалған барлық құрамды бөліктері әдетте мұнайды екіншілік өңдеудің жартылай өнімдерінен дайындайды. Бірнеше онжылдықтар бойы мазутты өңдеуді тереңдету міндеті мұнай өңдеушілер үшін ең маңызды мәселелердің бірі болып отыр. Технологиялардың артта қалуы, жабдықтардың тозуы, жаңғыртуға қаражаттың жетіспеушілігі мұнай өңдеуді тереңдетудің қиын шешімдерін қорғау үшін танымал дәлелдер болып табылады. Жоғары күкіртті мұнайларды өңдеу тауарлық мұнай өнімдерін күкірт қосылыстарынан тазарту үшін қуаттарды құру үшін елеулі күрделі шығынды талап етеді. Үлкен мұнай өңдеу зауыттарында бұл мәселе гидротазалауға арналған қуаттарды енгізу жолымен шешіледі. Алайда, азкүкіртті мазутты өңдеу жоғары білікті талап етеді. Жазғы мезгілдегі мазут мұнай өңдеушілер тарапынан артық өндірілгені сезіледі, ал қыста тұтынушылар тарапынан мазутқа сұраныстың көп болуынан жетіспеушілігі байқалады. Қоршаған ортаны зиянды шығарындылардан қорғау мүддесінде қазандықтар мен электр қондырғыларында отынның негізгі түрі ретінде мазутты кеңінен қолдануға экологиялық шектеулер енгізу қажет. Отын мазутының баламасы экологиялық қасиеттері жақсартылған пеш отыны болып табылады. Жолдардың сапасы жоғары сапалы битум өндірісі мұнай өңдеудің ең өзекті мәселелерінің бірі болып табылатынын көрсетеді. Айта кету керек, сапалы жол битумы ғана емес, жазда қалыпты битумдарға арналған битум тасушы автокөліктердің ұзақ кезегі болады. Жазғы мезгілде мазутқа сұраныстың төмендігі және сол уақытта жолдың және құрылыс битумының жетіспеушілігімен мазуттан битумдар алу технологияларын жасақтау, мұнай өңдеу орталықтарынан алыстағы аймақтарды битуммен қамтамасыз ету болып табылады. Сонымен, мазутты өңдеуге арналған жаңа технологияларды іздестіру үшін өте маңызды міндеттер жиынтығын жасауға болады. Жеңіл пеш, газ турбиналары және кеме отындарының өндірісі ашық дистилляциялық фракцияларды қкомпаундирлеуге негізделген, әдетте шығу тегі екіншілік. Осылайша, кокс (БК) өндірісі мұнай өңдеудің «мазут» нұсқасымен салыстырғанда ашық мұнай өнімдерін алу тереңдігін айтарлықтай арттыруға мүмкіндік береді. Алайда, бұл процесс энергияны көп қажет етеді және өнімділігі төмен өндірістік қондырғыларда экономикалық тұрғыдан қолайсыз. Кішігірім мұнай өңдеуші зауыттар үшін мұнайды және мазуттың барлық баланстық мөлшерін мақсатты сұйық мұнай өнімдеріне түрлендіретін өңдеу сызбаларын қарастыру қажет. Жартылай өнімдердің жоқтығы осындай технологияларды қалдықсыз деп айтуға мүмкіндік береді. Егер заманауи мұнай өңдейтін зауыттар сызбаларында пайдаланылатын негізгі процестердің саны шамалы болса, онда қалдықсыз мұнай өңдеуге арналған нақты технологиялардың саны өте шектеулі болады. Негізгі процесс ретінде іс-жүзінде мұнай өңдеу зауытының барлық сызбаларында мұнай атмосфералық қысыммен айдалады, қалған қалдықтарында мазут алынады. Мұнайды атмосфералық айдауды мазутты вакуумда айдаумен біріктіру кеңінен таралған, бұл кезде вакуум газойлдерін алумен бірге жартылай гудрон, гудрон алынады. Ресейде қазандықтың отынына деген жоғары сұраныстың арқасында гудрондардың висбрекингісі кеңінен қолданылады. Жоғарыда айтылғандай, висбрекингті пайдалану, жеңіл мұнай өнімдерінің шығымының өсуіне ықпал етпейді, себебі бұл процестің негізгі, дистиллятты фракциялармен араластырылғаннан кейін М-100 маркалы мазутының сапасы бойынша тұтқырлық көрсеткіштеріне сәйкес келетін өнімі, мұнай қалдығы болып табылады. Мини-зауыт үшін мұнай мен мазутты өңдеудің дәстүрлі зауыттық сызбасы жарамсыз. Бұл технологиялар кішігірім мұнай өңдеу зауыттары үшін өте қымбатқа түседі. МӨЗ жылдық қуаттылығы 250 мың - 500 мың тонна болатын жобалардың пайда болуы, ірі зауыттық технология процестерінің құрылымын көшіру экономикалық тұрғыдан тиімсіз екендігі анықталды. Ауыр мұнай қалдықтарының висбрекингісінің дәстүрлі процесі, әдетте, екі нұсқада қолданылады: қазандық отын алу үшін; вакуум газойлі-қазандық отындарының құрамды бөліктері және висбрекинг қалдығын вакуумдаумен тотықпаған битумдар алу үшін пайдаланылады. Мазут өңдеудің жаңа технологиясы. Ұсынылған мазутты қалдықсыз өңдеу технологиясы оның аппараттық-технологиялық рәсімделуіне мұнай өңдеу саласы бойынша ғылыми қарқынды шешімдердегі соңғы жетістіктері шоғырланған. Процестің технологиялық мәні - жоғары қуатты кавитация-акустикалық әрекет кезінде біріншілік айдау, термиялық крекинг, термолиз процестерінің негізгі кезеңдерін қамтиды. Жасақталған процесс термакат деп аталады. Мазутты өңдеудің жаңа технологиясын жасақтау кезінде келесі қағидалар қолданылады: - мазут терең білікті өңдеу үшін шикізат болуы тиіс; - мазут пен жартылай гудрондарды өңдеу сұйық жеңіл мұнай өнімдерінің максималды шығымдылығын қамтамасыз етуі тиіс; - битум өндіру технологиясы экологиялық таза болуы тиіс; - өңдеу процесінде қалдықтар мен жартылай өнімдер болмауы керек; - технология энергияны үнемдеуге тиіс; - технология қарапайым және сенімді болу керек; - сұраныс маусымдылығына байланысты өндірілген қалдық өнімдердің ауқымын өзгерту мүмкіндігін қамтамасыз ету қажет; - технология өте пайдалы болуы керек; - мазут жартылай өнім ретінде, МӨЗ-нің тауарлық ассортиментінен алынып тасталуы керек, өйткені бұл мұнай өңдеу тереңдігін нақты ұлғайту үшін негізгі шикізат базасы болуға тиіс.

Ұсынылған нұсқа висбрекинг процесінің кавитация-акустикалық әсер ету аппараттарымен біріктірілген процесі қасиеттері мен құрам бойынша әртүрлі шикізатты өңдеуге және маусымдық қажеттіліктерге байланысты түрлі тауар өнімдерін алуға мүмкіндік береді: бензин фракциялары (б.қ.-180°С), дистиллятты дизель фракциясы (180-360°С), жол және құрылыс битумдары, электрод пегі. Өнімнің шығымы мұнай шикізатының түріне және өнімнің сапасына қойылатын талаптарға байланысты. ӨЗІН-ӨЗІ ТЕКСЕРУ СҰРАҚТАРЫ: 1. Мазутты терең өңдеу міндеттері қандай? 2. Мазутты айдау әдістері қандай? 5.2. ТЕРМАКАТ процесінің мүмкіндіктері. ТЕРМАКАТ процесінің мүмкіндіктері. Термакет процесі энергияны үнемдеу және шикізатты физика- химиялық және химиялық өңдеу мүмкіндіктері арқылы мазутты өңдеудің танымал технологияларынан айтарлықтай асып түседі, технологиялық тәртіптің параметрлерін өзгерту арқылы дистилляциялық фракциялардың максималды шығымына қол жеткізуге мүмкіндік береді, атап айтқанда, реакция аппараттарындағы сұйық фазалық процесте кавитация- акустикалық әрекеттің энергиясы. Мазутты өңдеу кезінде, дистилляциялық фракциялардың шығымы 60-80% жеткенде мұндай процестер оңтайлы болады. «НИИРеактив» химиялық технологияларды интенсификациялау бөлімінде жүргізілген зерттеулер, шикізаттың 16 түрлі түріне арналған, Термакат процесінің дистилляциялық өнімдері олардың негізгі физика- химиялық қасиеттері бойынша дизель отындарына сәйкес келетіндігін көрсетті. Балама ретінде пеш немесе кеме отындарын алуға болады. Қалдықтар тотықпаған битумдар немесе битум және битум композицияларының әртүрлі сынамаларын өндіруге арналған шикізат болып табылады, сондай-ақ сіңіру, байланыстыру, талшықты қалыптастыру және пек пісіруші өндірістер үшін шикізат болып табылады. Процесс тотыққан битум алуға мүмкіндік береді. Бұл жағдайда технологиялық сызбада қалдықтарды термототықтырып поликонденсациялау блогы қарастырылады. Тотығу процесін интенсификациялау үшін жиіліктер мен амплитудалардың кең ауқымында реттелген импульстік қайталану жиілігімен кавитационды-акустикалық батыруға арналған сәулелендіргішті пайдалану ұсынылады. Құрылғы сорғы мен турбиналық араластырғыштың функцияларын біріктіреді, тотығу үшін қажетті ауаны сорады. Ұсынылған әдіс бойынша мазутты өңдеу процесін аспаптық- техникалық жобалаудың екі принциптік әртүрлі нұсқалары жасалды. Олардың бірі қуаттылығы шикізат бойынша жылына 200 мың- 1000 мың тонна мұнай өңдейтін зауыттардың сызбаларына қолдануға арналған. Тағы бір нұсқасы жылына 20 мың-160 мың тонна шикізатқа арналған қуаты бар шағын зауыттарға арналған. Кавитация-акустикалық әсер ету процестерінің аппаратуралық- технологиялық рәсімделуі энергияны үнемдейтін технология талаптарына жауап береді және басқа өндіріс салаларының шағын өндірістеріне қолдануға жарамды. «Термакат» қондырғысының қолдану тиімділігін бағалау үшін шикізат ретінде ауыр жоғары күкіртті дон мұнайын (асфальтендер мөлшері 9% масс.) пайдалана отырып, шағын біріншілік мұнай өңдеу қондырғылары құрамында, пилоттық қондырғыда салыстырмалы жұмыстар жүргізілді. • Мұнай өнімдерін сатудан түсетін табыстың шикізат құнынан асып кетуі - 6,4 млн. рубль. • Егер бұл сома шағын мұнай өңдеу зауытын құру шығындарына (30 млн. рубль деп қабылдасақ) және пайдалану шығындарына (салықтарды есептемегенде) жұмсалса, онда жобаның өтелуі МӨЗ төрт-бес жылдан кейін болады. • Шикізат шығындарынан-34 млн. рубль, «Термакат» технологиясымен алынған мұнай өнімдерін қайта сатудан түсетін табыстың артық болуы, бұл бастапқы қайта өңдеу нұсқасына қарағанда 5,3 есе жоғары, сондықтан қондырғының (30 млн рубль) өтемді қайтаруы, оның жұмыс істеген алғашқы жылынан кейін келеді. Мұнайың шағын біріншілік айдау қондырғылары «Термакат» технологиясымен мазутты газды өңдеу блогымен жеңіл оңай байланыста болуы мүмкін. Қосымша монтаждау үшін жаңа технологиялық жабдықтардың бірнеше қосымша бірліктері қажет болады. Біріншілік өңдеу қондырғысының барлық қолданыстағы жабдықтары жаңа технологияға толығымен қатысады. Асфальт-битум зауытындағы битум өндірісі қондырғысы. Мазуттан жол битумын өндіретін автономды қондырғы (УДБМ-60) реттелетін сападағы тотықпаған жол битумдарының әртүрлі маркаларын алуға арналған. Қыс мезгілінде құрылыс маркалы битумдар немесе төмен қататын пеш және қазандық отындарын (40-50% дейін) шығаруға болады. Қондырғының қуаттылығы тәулігіне 60 тоннаға дейін битум өндіреді. Пайдалану шығындарын азайту және инфрақұрылымдық шығындарды азайту үшін қондырғы асфальтбетонды зауытпен (AБЗ) бірге тұрғызылғаны тиімді. Процестің аппараттық-технологиялық құрамы әртүрлі болуы мүмкін, бастапқы шикізаттың сапасына, алынған өнімнің сапасы мен мөлшеріне, тапсырыс берушінің инженерлік және ұйымдастырушылық инфрақұрылымына (кіру жолдары, АБЗ қуаты, энергия тасушылардың болуы, төгу-құюға арналған эстакадалар). Энергия шығындарын ескере отырып, битум өндірісінің инфрақұрылымдарының өзара байланысы және асфальт өндірісі ең тиімді болып табылады, себебі ол өте энергияны көп қажет ететін технологиялық операцияны - ыстық битумды тасымалдауды қажет етпейді. Битум өндірісі қондырғысының «жүрегі» - бұл термолиз қондырғысы және битум блогы. Олардың құны барлық күрделі шығындардың шамамен 60% -ын құрайды. Капиталдық шығындарының 30-40% құны бөлу блогына тиісті болғанда, қондырғы жоғары рентабельділікті қамтамасыз етеді, өйткені ол жоғары сұйық және өте қымбат мұнай өнімдерін - дизельді немесе пеш отындарын шығарады. Инвестициялық қаржы жетіспеген кезде монтаж екі кезеңде - бірінші битум және термолиз блоктарына, одан кейін - дистилляциялық бөлуге құрылыс жұмыстарын жүргізуге болады. Шикізаттың сапасына тәуелді және тапсырыс берушінің жағдайына қарай қондырғыны жеңілдетілген нұсқамен салуға болады. Шикізат ретінде мазут маркалары М-40 және М-60, гудрон және жартылайгудрон пайдаланылуы мүмкін. Шикізатты дайындау блогын қолданған кезде ауыр мұнайлар, мұнай шламдарының мұнай концентраттары пайдаланылуы мүмкін. Шикізат сапасының тұрақтылығы базалық жобаны тасырыс берушінің нақты тапсырмасымен байланыстыру кезінде тұрақтылығы кепілді жоғары сапалы битум алудың іргелі шарты болып табылады. Осы мысалдарда шикізаттың барлық түрлерінен битумның сапасы тотықпаған мұнай жол битумына арналған стандарттар талаптарына сәйкес келеді. Қондырғының жұмыс тәртібі үздіксіз. Жұмыс істейтін қызметкерлер - ауысымда үш адам. Автоматизация тапсырыс берушінің талабы бойынша. Мазуттан жол битумы өндірісі үшін қондырғы құру үшін болжамды бағалаудың күрделі шығындары 2002 жылғы 15 наурыздағы орташа көтерме бағалар негізінде және мазуттан маркасы 100 өнімдерінің ассортиментін өндіруге күтілетін пайда негізінде жүзеге асырылды. Мұнай шламын өңдеу қондырғысы. Мұнай өңдеу зауыттарында және мұнай айдау стансаларында мұнай шламы тұндырғыштарына қатысты мұнай шламын қазып алу, бөлу және өңдеу бойынша кешенді технология жасақталған. Жоғары тиімді технологияның экономикалық базасы жол битумдарын және пеш немесе дизель отындарын әзірлеу арқылы мұнай концентраттарын өңдеуге арналған қондырғы болып табылады. Кешенді мұнай шламы қондырғыларының өнімділігі анықталады: 1) мұнай шламындағы көмірсутектердің мөлшері (әдетте, МӨЗ тұндырғыштарында мұнай шламының үлесі 10-40%, мұнай айдау стансаларындағы шлам жинақтағыштарда-60-90% құрайды); 2) шлам тұндырғыштар тазаланатын уақытты (тұндырғыштар үшін, 100 мың тоннаға дейін мұнай шламын сыйятын - бір-екі жылда, үлкендері үшін - үш жылдан төрт жылға дейін). Технологияның базалық жобасы жасақталды, ол тапсырыс берушінің нақты шарттарына бейімделуі, жабдықтарды жасау, орнату және «іске қосуға» жеткізіп беру. Мұнай шламынан битум өндірісінде қондырғы мобильді нұсқада дайындалады, оны шлам жинақтағыштарға тікелей жақынырақ орналастыру керек. Бұл жағдайда мұнай концентратынан, битумды өндіретін қондырғының өндірістік қуаты, қазу құрылғылары мен мұнай шламын бөлу өзара байланыстырылып жобаланады. Термакат процесінің аппараттық-технологиялық шешімдерін пайдалана отырып, қолданыстағы МӨЗ атмосфералық және вакуумдық айдау, висбрекинг және термиялық крекингтің бар технологиялық процестерін модернизациялау мұнай өңдеу тереңдігін 85-92% дейін жеткізуге мүмкіндік береді. • AT-да ашық дистилляттарының мөлшерін 10-15% -ға арттыруға болады. • Вакуум қондырғысында битум өндіруді шығаруға болады және газойл фракцияларының өнімділігі 12-16% -ға артады. • Мазутты өңдейтін висбрекинг немесе термиялық крекинг қондырғыларында мейлінше жоғарғы тиімділікке қол жеткізуге болады. Жеңіл мұнайлар мазутынан дистилляциялық фракциялар 60-75% дейін алынуы мүмкін. Осылайша, газ конденсаты мазутынан шығаратын (Астрахан ГӨЗ және Сургут ЗСК) дистилляттардың шығымы шамамен 76% құрайды. Қалдық өнімдер сұйық жол битумы ретінде қарастырылады. Ауыр және жоғары күкіртті мұнайлардың мазуттарынан ашық дистилляттық фракцияларды 45-55% дейін алуға болады. Осылайша, Aрлан жартылай гудронынан алынатын ашық пеш отынының шығымы 50%, ал БН маркалы битумы шамамен 40% құрайды. МӨЗ-де Термакат технологиясының жоспарланған тәжірибелік- өндірістік жұмыс істеуі мұнай өңдеу тереңдігін арттыру мүмкіндігін түбегейлі бағалауға мүмкіндік береді. Өңдеу тереңдігі бойынша 85% қол жеткізуге болады. Импортпен сатып алынатын біріншілік мұнай өңдеу қондырғыларының минималды бағасы (шикізат бойынша 20000-5050 тонна), әдетте, кем дегенде 3 млн. долларды құрайды. «Термакат» технологиясын қолданатын мини-зауыттың құны 1,5-2 есе арзандады, ал өндірілген өнімнің өнімділігі 2-2,5 есе жоғары. Tермокат технологиясын импорттық технологиямен салыстыру кезінде жол битумын (ең аз құны шамамен 10-16 млн. доллар) дайындау кезінде, қаржыны үнемдеу 60-70% болады, ал өзін-өзі ақтауы мен пайда әкелуі бірнеше есе жоғары болады. Термакат әдісімен зауыттық технологияларды модернизациялау ең тиімді деп бағаланады, өйткені орташа қуаттылықты өңдеу зауыттарында ашық өнімдер көлемінің 1% ғана артуының қосымша табысы 100 млн. рубльден асады. Технология зертханалық және пилоттық қондырғыларда жан-жақты сынақтан өткізіліп, халықаралық конференцияларда сараптамадан өтті, жобалық және технологиялық құжаттамалар мен базалық жобалар әзірленді. ӨЗІН-ӨЗІ ТЕКСЕРУ СҰРАҚТАРЫ: 1. Термакат процестің мәні неде? 2. Мазуттан битум өндірісі қондырғысының принциптік сызбасы.