

**MAZUTUN YENİ EMAL TEXNOLOGİYASININ İŞLƏNİB HAZIRLANMASI**

Aişə Baba qızı Həsənova
AMEA-nın Gəncə Bölməsi
E-mail: ayshe_hesenova@rambler.ru

Məqalədə mazutun suspenzləşdirilmiş yüksəkdispersli təbii seolit katalizatorlarının iştirakı ilə "Ağır neft qalıqlarının hidrokrekinqi" (SPR-1) qurğusunda yeni emal texnologiyası təqdim edilmişdir. Az-4 və haloizit minerallarının keçid metallarla ion mübadilə və hopdurma üsulları vasitəsilə modifikasiya olunmuş katalizatorlarının iştirakı ilə mazutun hidrokrekinqi prosesinin əsas nəticələri verilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, optimal şəraitdə (430 °C, 4,0 MPa) mazutun katalizatorsuz hidrokrekinqindən 47%; 2,5% Az-4 əlavəsiylə 54%; hopdurma və ion mübadilə metodları ilə Ni və Mo-lə ayrı-ayrılıqda modifikasiya edilmiş Az-4 istifadə edildikdə 56,9 və 55,89; 57,9 və 58,65%; hər iki metalın birgə modifikasiyasından alınan katalizatorun istifadəsi ilə açıq rəngli neft məhsullarının çıxımı uyğun olaraq 60,0 və 66,76% kütlə təşkil edir. Optimal şəraitdə (430 °C, 4,0 MPa) 2,5% haloizit katalizatorunun iştirakı ilə mazutun hidrokrekinqindən 53,04% açıq rəngli neft məhsulları alınır. Prosesi hopdurma və ion mübadilə metodları ilə modifikasiya edilmiş Ni/haloizit və Mo/haloizitlə apardıqda açıq rəngli neft məhsullarının çıxımı 54,44 və 57,63%; 59,62 və 62,05% kütlə, Mo+Ni/haloizit istifadə etdikdə isə uyğun olaraq 65,82 və 83,0% kütlə təşkil edir. Bu zaman benzin fraksiyasının çıxımı 2 dəfəyə qədər artaraq 29-33% kütlə təşkil edir. Bu da ona əsaslanır ki, ion mübadilə metodu ilə modifikasiya olunmuş seolit kristallarının səthi təbəqəsində Mo və Ni elementləri hopdurma metodu ilə modifikasiya olunmuş nümunəyə nisbətən mineralın səthi təbəqəsində daha çox paylanmışdır.

Açar sözlər: hidrokrekinq, seolit, keçid metalları, benzin fraksiyası, dizel fraksiyası

GİRİŞ

Müasir dövrdə neft-kimyasının sürətli inkişafı ilə əlaqədar olaraq nəqliyyat-motor yanacağına tələbat daha da artmaqdadır [1, 2]. Neft qalıqlarının zənginləşdirilməsi və sonrakı dərin emalı üçün hidrokatalitik proseslər işləyib hazırlayarkən olduqca çətin problem yaranır. Bu problem xammalın tərkibində olan qatran-asfalt maddələrinin, ağır metal üzvi birləşmələrin, azotlu, kükürlü heteroatom birləşmələrinin katalizatoru dönməz olaraq zəhərləməsi ilə əlaqədardır. Ümumiyyətlə, ağır neft qalıqlarını emal etməzdən əvvəl xammalın hazırlanma proseslərinin – asfaltsızlaşdırma, hidrokükürdsüzləşdirmə, metalsızlaşdırma və s. aparılması labüddür. Yüksək keyfiyyətli açıq rəngli neft məhsulları almaq üçün ənənəvi hidrokrekinq prosesləri daha perspektivli olsa da, yüksək təzyiqdə (20,0-30,0 MPa) aparılır. Buna uyğun olaraq, ağır neft qalıqlarının dərin emal proseslərini apararkən istifadə olunan katalizatorlar daim yenilənən səthə malik olmalıdır. Beləliklə, yeni katalitik sistemlər tətbiq etməklə, birbaşa yüksək olmayan təzyiqdə, mazutun hidrokrekinqini həyata keçirməyə imkan verən yeni texnologiyanın işlənib hazırlanması olduqca aktualdır [3].

Ağır neft qalığı olan mazutun müxtəlif keçid metalları ilə modifikasiya edilmiş, suspenzləşdirilmiş yüksəkdispersli təbii seolit katalizatorlarından istifadə etməklə hidrokrekinqi, ənənəvi katalizatorlar ilə aparılan proseslərlə müqayisədə daha yüksək aktivliyə malik olması və koksun praktiki olaraq reaktorun divarlarına çökməməsi ilə xarakterizə olunur. Hidrokrekinq prosesi istifadə olunan xammal, həmçinin alınan məhsulların çıxımı və keyfiyyəti baxımından dəyişkən prosesdir. Hidrokrekinq qurğularının optimallaşdırılması məqsədli məhsulların yüksək çıxımla alınmasını təmin edə bilər.

MATERIAL VƏ METODLAR

Mazutun təbii seolit katalizatorlarının iştirakı ilə aparılan hidrokrekinq prosesi üçün təbii seolitlərin müxtəlif keçid metallarla modifikasiyasından mono- və bimetallik katalitik sistemlər sintez



edilmişdir. Tədqiqat zamanı katalizatorların sintezində Azərbaycanın İmişli rayonu ərazisindən götürülmüş Az-4 (şərti olaraq Az-4 adlandırılmışdır) təbii seolitindən və Türkiyə Respublikasından gətirilmiş yüksəkdispersli nanostrukturlu təbii seolit olan haloizitdən istifadə edilmişdir. Təbii seolitlərin modifikasiyası zamanı keçid metallarının duzlarından istifadə olunmuşdur.

Təbii seolit minerallarının (Az-4, haloizit) keçid metallarla (Mo, Ni) modifikasiya edilməsi prosesi 2 metodla aparılmışdır:

1. Hopdurma metodu ilə təbii seolit minerallarında sərbəst məsələlərin həcmnin təyin edilməsi əsasında katalizatorlar sintez edilmişdir. Hopdurma üsulu ilə təbii seolitlərin modifikasiyası baza seolit karkasını dəyişmədən səthə hopdurma ilə aparılmışdır. Hopdurma zamanı Mo və Ni metalları ilə modifikasiya edilmiş Az-4 və haloizit nümunələrində alüminium-oksidi saxlanılır, metallar təbii seolitlərin səthinə hopur.

2. İon mübadilə metodu ilə katalizatorlar təbii seolit minerallarının HCl məhlulu ilə emalı əsasında sintez edilmişdir. Səthi təbəqəsində Al və Si oksidləri üstünlük təşkil edən təbii seolit mineralının ion mübadilə metodu ilə modifikasiyası zamanı HCl məhlulu ilə emal etdikdə alüminium-oksidi kristal hissəciklərin səthindən demək olar ki, tamamilə çıxarıldığı müşahidə olunur. Bu zaman Az-4 və haloizitin səthində alüminium-oksidi NiO , MoO_2 və Ni_2O_3 , MoO_3 oksidləri əvəz edir.

Az-4, haloizit katalizatorlarının və onların keçid metallarla (Mo, Ni) modifikasiyasının element tərkibi RFM (Rentgen-flüoressent mikroskopiya) metodu ilə təyin edilmişdir [4-6]. Analizin nəticələrinə əsasən qeyd edə bilərik ki, hopdurma üsulu ilə Ni-lə modifikasiya edilmiş Az-4 nümunəsində kristal hissəciklərin səthi təbəqəsi, əsasən 10,18% Al_2O_3 ; 54,82% SiO_2 ; 16,38% NiO-dən; Mo ilə modifikasiya edilmiş Az-4 nümunəsində 9,23% Al_2O_3 ; 54,0% SiO_2 ; 18,25% MoO_2 -dən, Mo və Ni metallarının birgə Az-4 ilə modifikasiyasında isə 24,25% NiO; 29,28% MoO_2 -dən ibarətdir. Ni ilə modifikasiya edilmiş haloizitdə hissəciklərin səthi təbəqəsi, əsasən 15,71% Al_2O_3 ; 58,58% SiO_2 ; 17,95% Ni_2O_3 -dən, Mo ilə modifikasiya edilmiş haloizit isə 15,42% Al_2O_3 ; 52,32% SiO_2 ; 21,43% MoO_3 -dən, Mo və Ni metallarının birgə haloizit ilə modifikasiyasında isə 18,03% Ni_2O_3 ; 22,92% MoO_3 -dən ibarətdir. Hopdurma üsulu ilə alınmış nümunələrdə Ni ilə müqayisədə Mo elementi mineralın səthi laylarında daha çox paylanmışdır.

İon mübadilə üsulu ilə modifikasiya olunmuş Az-4 və haloizitin səthində alüminium-oksidi NiO , MoO_2 və Ni_2O_3 , MoO_3 oksidləri əvəz edir. Ni ilə modifikasiya edilmiş Az-4 kristal hissəciklərin səthi təbəqəsi əsasən 61,16% SiO_2 ; 22,5% NiO-dən; Mo ilə modifikasiya edilmiş Az-4 nümunəsində 58,47% SiO_2 ; 30,51% MoO_2 -dən; Mo və Ni metallarının birgə Az-4 ilə modifikasiyasında isə 26,03% NiO; 31,25% MoO_2 -dən ibarətdir. Ni ilə modifikasiya edilmiş haloizit kristal hissəciklərin səthi təbəqəsi əsasən 63,76% SiO_2 ; 28,62% Ni_2O_3 -dən; Mo ilə modifikasiya edilmiş haloizit nümunəsində 58,19% SiO_2 ; 32,41% MoO_3 -dən; Mo və Ni metallarının birgə haloizit ilə modifikasiyasında isə 22,12% Ni_2O_3 ; 38,58% MoO_3 -dən ibarətdir. Analizin nəticələrinə əsasən qeyd edə bilərik ki, hər iki təbii seolit Mo və Ni keçid metallarının birlikdə ion mübadilə metodu ilə modifikasiyasından alınan katalizatorların səthi laylarında Mo və Ni elementləri hopdurma metodu ilə modifikasiya olunmuş seolitə nisbətən daha çox paylanmışdır.

Mazutun müxtəlif keçid metalları ilə modifikasiya edilmiş, suspenzlaşdırılmış yüksəkdispersli təbii seolit katalizatorları və modifikasiyalarının iştirakı ilə aşağı təzyiqdə (0,5-4,0 MPa) və 400-450°C temperaturda hidrokrekinq prosesinin təcrübi hissəsi Almaniya istehsalı olan AMTECH firmasının, müasir proqram təminatlı, tamamilə avtomatlaşdırılmış, axar tipli, onlayn idarə edilə bilən "Ağır neft qalıqlarının hidrokrekinq" (SPR-1) qurğusunda aparılmışdır. SPR-1 qurğusu davamlı olaraq avtomatlaşdırılmış CSTR (Continuously Stirred Tank Reactor-Fasiləsiz qarışdırma sisterna reaktoru) cihazından ibarətdir. CSTR sistemi 20 l olan daxili həcmli reaktordan ibarətdir ki, davamlı olaraq xammal olan mazut, seolit katalizatorları və hidrogen ilə yüklənir. SPR-1 qurğusunda aparılan hidrokrekinq prosesi üçün tətbiq edilən faktorlar:



Hidrokrekinq prosesinin maksimum təzyiqi: 60 bar

Hidrokrekinq prosesinin maksimum temperaturu: 525°C

Mazutun yüksəkdispersli katalizatorların iştirakı ilə hidrokrekinq prosesi zamanı qurğudan tərkibində 90-95% həcm hidrogen və 2-3% həcm C₁–C₂ karbohidrogen qazları olan hidrogentərkibli təmiz qaz verilmişdir.

NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ

Ağır neft qalığı – mazutun təbii seolitlər (Az-4 və haloizit) və keçid metallarla modifikasiya olunmuş katalizatorların iştirakı ilə aşağı təzyiq (0,5-4,0 MPa) və (400-450°C) temperaturda hidrokrekinq prosesi aparılmışdır. Cədvəl 1-də aparılan tədqiqatlar nəticəsində optimal temperatur və təzyiqdə (4,0 MPa, 430°C) mazutun təbii və keçid metallarla müxtəlif metodlarla modifikasiyasından alınan seolit katalizatorlarının iştirakı ilə hidrokrekinq prosesinin müqayisəli material balansı təqdim edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, açıq rəngli neft məhsullarının (benzin, dizel fraksiyası) çıxımı katalizatordan asılı olaraq dəyişir.

Cədvəl 1.

Mazutun Az-4, haloizit və modifikasiyalarının iştirakı ilə hidrokrekinq prosesinin material balansı;

$P_{H_2} = 4,0$ MPa; $t = 430^\circ\text{C}$; katalizator 2,5%

Katalizatorlar	Məhsulların çıxımı, % kütlə:					
	Qaz C ₁ –C ₄	Benzin q.b.- 200°C	Fraksiya 200- 360°C	Σfraksiya <360°C	Qalıq >360°C	Koks
Az-4	10,0	26,0	28,0	54,0	30,2	5,8
Ni/Az-4 (h. m.)	9,0	23,5	33,4	56,9	28,9	5,2
Mo/Az-4 (h. m.)	8,0	22,6	35,3	57,9	29,3	4,8
Mo+Ni/Az-4 (h. m.)	7,0	32,0	28,0	60,0	28,5	4,5
Ni/Az-4 (i. m. m.)	8,0	28,12	27,77	55,89	30,81	5,3
Mo/Az-4 (i. m. m.)	8,0	28,65	30,0	58,65	29,35	4,0
Mo+Ni/Az-4 (i. m. m.)	6,0	34,45	32,31	66,76	23,64	3,6
Haloizit	10,0	25,74	27,30	53,04	31,46	5,5
Ni/haloizit (h. m.)	9,12	26,12	28,32	54,44	31,19	5,25
Mo/haloizit (h. m.)	9,0	26,85	30,78	57,63	28,28	5,09
Mo+Ni/haloizit (h. m.)	8,09	29,01	36,81	65,82	21,09	5,0
Ni/haloizit (i. m. m.)	9,12	29,45	30,17	59,62	28,26	3,0
Mo/haloizit (i. m. m.)	8,0	30,82	31,23	62,05	26,15	3,8
Mo+Ni/haloizit (i. m. m.)	6,0	33,06	49,94	83,0	8,90	2,1

Cədvəl 1-dən də göründüyü kimi, optimal şəraitdə mazutun katalizatorsuz hidrokrekinqindən 47%; 2,5% Az-4 əlavəsiylə 54%; hopdurma və ion mübadilə metodları ilə Ni və Mo-lə ayrı-ayrılıqda modifikasiya edilmiş Az-4 istifadə edildikdə uyğun olaraq 56,9 və 55,89; 57,9 və 58,65%; hər iki metalın birgə modifikasiyasından alınan katalizatorun istifadəsi ilə açıq rəngli neft məhsullarının çıxımı 60,0 və 66,76% kütlə təşkil edir. Prosesi hopdurma və ion mübadilə metodları ilə modifikasiya edilmiş Ni/haloizit və Mo/haloizitlə apardıqda açıq rəngli neft məhsullarının çıxımı uyğun olaraq 54,44 və 57,63%; 59,62 və 62,05% kütlə, Mo+Ni/haloizit istifadə etdikdə isə 65,82 və 83,0% kütlə təşkil edir. Bu zaman benzin fraksiyasının çıxımı 2 dəfəyə qədər artaraq 29-33% kütlə təşkil edir. İon mübadilə metodu ilə hər iki



metalın birgə modifikasiyasından hazırlanmış katalizatorla nəticələrin daha yüksək olması bu metodla modifikasiya olunmuş seolit kristallarının səthi təbəqəsində Mo və Ni elementlərinin hopdurma metodu ilə modifikasiya olunmuş minerala nisbətən daha çox paylanması əsaslanır.

Prosesdən alınan benzin, dizel fraksiyalarının, qalıq və koksun fiziki-kimyəvi xassələri tədqiq edilmiş və cədvəl 2-də əks etdirilmişdir. Mazutun 2.5% haloizit katalizatoru ilə hidrokrekinqindən alınan benzin fraksiyasının karbohidrogen tərkibində n-parafinlərin miqdarı 26.37%, izo-parafinlər 32.76%, doymamış karbohidrogenlər 10% təşkil edir. Hidrokrekinq prosesini hopdurma və ion mübadilə metodu ilə modifikasiya edilmiş haloizitlə apardıqda isə izo-parafinlərin miqdarı uyğun olaraq 7.2% artır, olefinlərin miqdarı 2.36% azalır, oktan ədədi 75p təşkil edir. Benzin fraksiyasının tərkibində kükürdün miqdarı 0.0797%-dən 0.0485%-ə qədər, dizel fraksiyasında 0.25%-dən 0.18%-ə qədər azalır.

Cədvəl 2.

Mazutun Az-4 və haloizit katalizatorlarının iştirakı ilə hidrokrekinq prosesindən alınan benzin və dizel fraksiyalarının keyfiyyət göstəriciləri

Göstəricilər	Mo,Ni/Az-4 (h. m.)	Mo,Ni/Az-4 (i.m. m.)	Mo,Ni/halloi zit (h. m.)	Mo,Ni/halloizit (i. m. m.)
Benzin fraksiyası				
Sıxlığı 20°C, kq/m ³	0.7014	0.7131	708.2	723.5
Karbohidrogen tərkibi:				
Parafin	32.02	30.45	25.95	30.3
i-parafin	44.95	46.31	37.88	45.08
Olefin	6.04	5.1	6.69	4.33
Naften	11.06	13	19.1	12.02
Aromatik	5.93	5.14	7.07	6.3
Oktan ədədi (təd.üs.)	71.0	72.0	65.5	75.0
Kükürd, küt. %	0.0501	0.0511	0.0512	0.0485
Yod ədədi, q J ₂ /100 q	11.9	12	12.1	8.0
Donma temp., °C	-60	-60	-60	-60
Dizel fraksiyası				
Sıxlığı 20°C, kq/m ³	0.83351	0.8331	0.8367	0.8397
Kinematik öz., mm ² /s, 40°C	2.7012	2.778	2.6087	2.4390
Faktiki qatran, mq/100 ml	11	11	10	8
Kükürd, küt. %	0.11	0.12	0.23	0.18
Donma temperaturu, °C	-30	-30	-30	-25

Benzin fraksiyasının tərkibində izo-quruluşlu doymuş karbohidrogenlərin miqdarının artması, doymamış və aromatik karbohidrogenlərin miqdarının azalması haloizit katalizatorunun keçid metalları (Ni, Mo) ilə modifikasiya edilməsi ilə izah oluna bilər. Başqa sözlə, keçid metallarının təsiri ilə hidrogenləşmə və izomerləşmə reaksiyalarının daha intensiv getməsi ehtimal olunur. İon mübadilə metodu ilə modifikasiya olunmuş nümunəni hopdurulma metodu ilə modifikasiya olunmuş nümunə ilə müqayisə etdikdə isə izo-quruluşlu doymuş karbohidrogenlərin miqdarının artması haloizitin səthi laylarında Mo və Ni elementlərinin daha çox paylanması ilə izah etmək olar.



YEKUN NƏTİCƏ

Optimal şəraitdə (4,0 MPa; 430°C) müxtəlif metodlarla keçid metalları ilə modifikasiya edilmiş katalizatorların iştirakı ilə mazutun hidrokrekinqində Ni və Mo metalı ilə modifikasiya edilmiş katalizatorlar istifadə etdikdə alınan açıq rəngli neft məhsullarının çıxımında yüksək göstərici Ni-ə nisbətən Mo ilə modifikasiya edilmiş seolitlərdə müşahidə olunur, hər iki metalın birgə modifikasiyasından alınan bimetalik katalitik kompleks istifadə etdikdə isə çıxım Mo ilə modifikasiya edilmiş seolitlərə nisbətən 20%-ə qədər artır. Modifikasiya metodlarını müqayisə etdikdə ion mübadilə metodu ilə modifikasiyadan alınan açıq rəngli neft məhsullarının çıxımı hopdurma metoduna nisbətən 65,82%-dən 83,0%-ə, 60,0%-dən 66,76%-ə qədər artır, Az-4 və haloizit katalizatorlarını müqayisə etdikdə 66,76%-dən 83,0%-ə qədər artır.

Mazutun hidrokrekinqindən alınan benzin və dizel fraksiyaları hidrotəmizləmədən sonra əmtəə yanacaqlarına komponent kimi, benzin fraksiyası eyni zamanda piroliz prosesinə xammal kimi, alınan qaz NEZ-də yanacaq kimi istifadə edilə bilər, qalıq fraksiyasını isə bitum istehsalına yönəltmək olar.

ƏDƏBİYYAT

1. Ирисова, К.Н., Смирнов, В.К., Поняткова, З.Ю. Катализаторы крекинга и гидрокрекинга на основе цеолитов типа фожазита и пентасила. Цеолитсодержащие формовочные смеси // - Москва: Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний, -2012. №10, -с. 16-21.
2. Glenn, H.M. Гидрокрекинг частичной конверсии / H.M.Glenn, G.Low, H.T.Ottesen [et al.] // Нефтегазовые технологии, -Москва: -2013. №2, -с. 69-74.
3. Окунев, А.Г. Каталитическая гидропереработка тяжелого нефтяного сырья / А.Г.Окунев, Е.В.Пархомчук, А.И.Лысков [и др.] // Успехи химии. Обзорный журнал по химии, -Москва: -2015. т. 84, №9, -с. 981-999.
4. Суворов, Ю.П. Переработка тяжелых нефтяных остатков с использованием различных органических добавок // -Москва: Химия твердого топлива, -2006. №6, -с. 57-62.
5. Евстифеев, А.А., Гариева, Ф.Р. Реконструкция установки гидрокрекинга // -Москва: Вестник технологического университета, -2016. т.19, №10, -с. 251-252.
6. Bhattacharyya, A., Mezza, A. UOP LLC США. Нанокатализаторы для гидрокрекинга тяжелой нефти // -Москва: Нефтегазовые технологии, -2013. №5, -с. 93-96.

DEVELOPMENT OF NEW OIL PROCESSING TECHNOLOGY

A.B. Hasanova

The article presents a new processing technology in the "Hydrocracking of heavy oil residues" (SPR-1) with the participation of suspended high-dispersion natural zeolite catalysts for fuel oil. The main results of the process of hydrocracking of fuel oil with the participation of modified catalysts of Az-4 and halloysite minerals ion exchange and impregnation with Ni, Mo metals are given. It was determined that under optimal conditions (430°C, 4.0 MPa) 47% of catalyst-free hydrocracking of fuel oil; 54% with the addition of 2.5% Az-4; 56.9 and 55.89 when using Az-4 modified separately with Ni and Mo by absorption and ion exchange methods; 57.9 and 58.65%, respectively; The yield of light oil products using a catalyst obtained from the joint modification of both metals is 60.0 and 66.76% by weight, respectively. Under optimal conditions (4.0 MPa, 430°C), 53.04% light-colored petroleum products are obtained from hydrocracking of fuel oil in the presence of 2.5% halloysite catalyst in the system. When the process is carried out with Ni/halloysite and Mo/halloysite modified by absorption and ion exchange methods, the



yield of light oil products is 54.44 and 57.63%; 59.62 and 62.05% by weight, and when using Mo + Ni / halloisite it is 65.82 and 83.0%, respectively. In this case, the yield of the gasoline fraction doubled to 29-33% by weight. This is based on the fact that in the surface layer of zeolite crystals modified by the ion exchange method, the elements Mo and Ni were more distributed in the surface layer of the mineral than in the sample modified by the absorption method.

Keywords: *hydrocracking, fuel oil, zeolite, transition metals, gasoline fraction, diesel fraction*

РАЗРАБОТКА НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ МАЗУТА

А.Б. Гасанова

В статье представлена новая технология переработки в «Гидрокрекинге тяжелых нефтяных остатков» (СПР-1) с участием взвешенных высокодисперсных природных цеолитных катализаторов получения мазута. Приведены основные результаты процесса гидрокрекинга мазута с участием модифицированных катализаторов Аз-4 и галлуазитовых минералов ионного обмена и пропитки металлами Ni, Mo. Определено, что при оптимальных условиях (430°C, 4,0 МПа) 47% безкаталитического гидрокрекинга мазута; 54% с добавкой 2,5% Аз-4; 56,9 и 55,89 при использовании Аз-4, модифицированного отдельно Ni и Mo абсорбционным и ионообменным методами; 57,9 и 58,65% соответственно; Выход светлых нефтепродуктов с использованием катализатора, полученного при совместной модификации обоих металлов, составляет 60,0 и 66,76% по массе соответственно. В оптимальных условиях (4,0 МПа, 430°C) при гидрокрекинге мазута при наличии в системе 2,5 % галлуазитового катализатора получают 53,04 % светлых нефтепродуктов. При проведении процесса с Ni/галлуазитом и Mo/галлуазитом, модифицированными абсорбционным и ионообменным методами, выход светлых нефтепродуктов составляет 54,44 и 57,63%; 59,62 и 62,05 % по массе, а при использовании Mo+Ni/галлуазита - 65,82 и 83,0 % соответственно. При этом выход бензиновой фракции удвоился до 29-33% по массе. Это основано на том, что в поверхностном слое кристаллов цеолита, модифицированного ионообменным методом, элементы Mo и Ni были более распределены в поверхностном слое минерала, чем в образце, модифицированном абсорбционным методом.

Ключевые слова: *гидрокрекинг, цеолит, переходные металлы, бензиновая фракция, дизельная фракция*