

## Refining Focus

- Diesel Cut Hydrotreating
- LUKOIL Snapshot

## Переработка:

- Гидроочистка дизельных фракций
- ЛУКОЙЛ в центре внимания



**Small Business**  
Сказка о малом  
бизнесе

р. / стр. 24

р. / стр. 8

### Tech Trends / Новинки

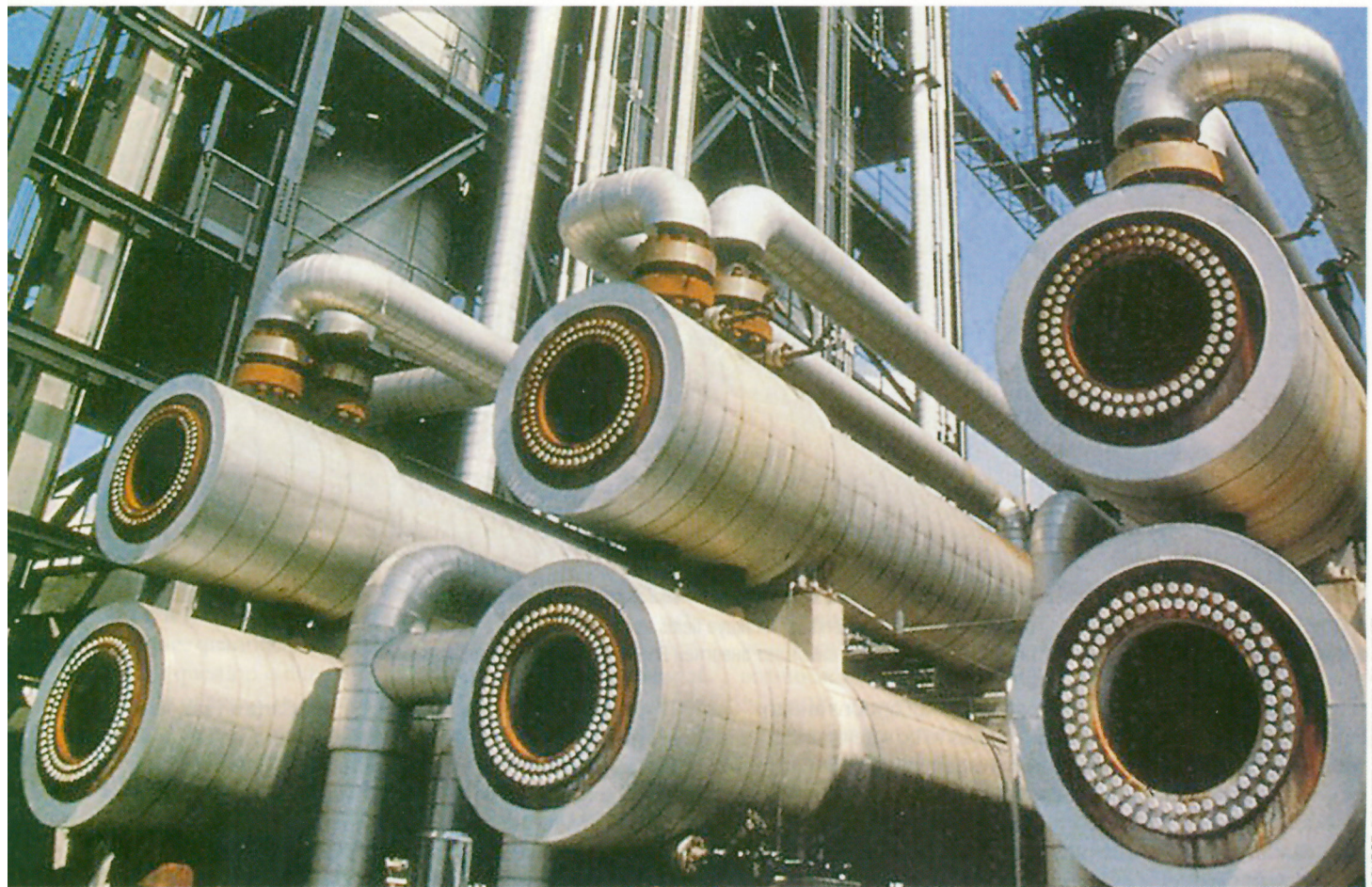
Live from the Russian oil patch  
Последние новости на сайте  
[www.oilandgaseurasia.com](http://www.oilandgaseurasia.com)

**Cost of Going Green May Be Less than Profit Lost to Flares**

р. / стр. 28

Попутный газ – сгорающие деньги





SOURCE: ROSNEFT / ИСТОЧНИК: РОСНЕФТЬ

# Improvement of the Technology for Diesel Oil Fractions Hydrotreating

## Усовершенствование технологии процесса гидроочистки дизельных фракций

Ramiz Aliev, Anatoly Yolshin, Renat Galiev

Рамиз Алиев, Анатолий Елшин, Ренат Галиев

**Н**ydrotreating of the diesel oil fractions is one of the most common catalytic processes in the layouts of petroleum refineries. Key elements in the development of this technology include the following:

- Selection of a reactor unit which would ensure the maximal contact of the catalyst with the initial raw stock and its uniform distribution;

**Г**идроочистка фракций дизельных топлив относится к наиболее распространенным каталитическим процессам в схемах нефтеперерабатывающих заводов. При разработке ее технологии ключевыми моментами являются:

### AUTHORS' BIO

**Ramiz Aliev** – Head of the catalyst laboratory, VNII NP. Doctor of Technical Science, Professor, Honored Inventor of the RF, USSR Council of Ministers' Prize winner.

**Anatoly Yolshin** – Deputy General Director, Technical Director of APC. Doctor of Technical Science, Professor, Honored Inventor of the RF.

**Renat Galiev** – General Director of VNII NP. Doctor of Technical Science, active member of the Russian Academy of Natural Sciences.

### ОБ АВТОРАХ

**Рамиз Алиев** – заведующий лабораторией катализаторов ОАО «ВНИИ НП». Доктор технических наук, профессор, заслуженный изобретатель РФ, лауреат премии Совета Министров СССР.

**Анатолий Елшин** – зам. генерального директора – технический директор ОАО «АНХК». Доктор технических наук, профессор, заслуженный изобретатель РФ.

**Ренат Галиев** – генеральный директор ОАО «ВНИИ НП». Доктор технических наук, действительный член Российской академии естественных наук.

- Selection of a catalyst having stable hydrodesulfurization activity and high strength properties;
- Selection of the optimal catalyst system in order to reduce the pressure differential;
- Catalyst activation completeness;
- Determination of the technological parameters in order to achieve the lowest initial process temperature.

The reactor is the main device determining the efficiency of this process and the depth of the raw stock conversion; its technical design should ensure the specified productivity, have the necessary reaction capacity, develop the contact area of interacting phases required for the process, and maintain the necessary heat exchange during the process and the level of the catalyst activity. This design should have the minimal hydraulic resistance and ensure the uniform distribution of the gas-liquid stock flow over the whole reaction volume. Usually, reactors with axial infeed of the gas-liquid stock mixture are used at the domestic units for diesel oil hydrotreating.

Practical experience of use of diesel oil fractions hydrotreating indicates that performance of the reactor with axial movement of the stock flow is characterized by non-uniform distribution of the gas-liquid stock mixture over the cross-section of the device and increasing hydraulic resistance of the catalyst layer, especially during long operation. Increase of differential pressure in the reactor results in decrease of its productivity and higher power consumption by the unit. To suppress the rise of differential pressure during the operating cycle, the following actions are usu-

- выбор реакторного устройства, обеспечивающего наибольший контакт катализатора с исходным сырьем и равномерным его распределением;
- подбор катализатора со стабильной гидрообессеривающей активностью и высокими прочностными свойствами;
- выбор оптимальной системы катализаторов с целью уменьшения перепада давления;
- полнота активации катализатора;
- определение технологических показателей с целью достижения наименьшей начальной температуры процесса.

Основным аппаратом, определяющим эффективность этого процесса и глубину превращения сырья, является реактор, который по своему технологическому оформлению должен обеспечивать заданную производительность, иметь необходимый реакционный объем, создавать требуемую для процесса поверхность контакта взаимодействующих фаз, поддерживать необходимый теплообмен в процессе и уровень активности катализатора. Его конструкция должна обладать минимальным гидравлическим сопротивлением и обеспечивать равномерное распределение газосырьевого потока по всему реакционному объему. Как правило, на отечественных установках гидроочистки дизельных топлив используются реакторы с аксиальным вводом газосырьевой смеси.

Промышленный опыт использования установок гидроочистки дизельных топлив показывает, что рабо-



Табл. 1. Основные технологические показатели эксплуатации отечественных установок гидроочистки дизельных топлив (усредненные данные) / Table 1. Main production data of domestic units for hydrotreating of diesel oil fractions (averaged data)

Показатели Characteristics	Тип установки / Unit type					
	Л-24-6 L-24-6	Л-24-6 L-24-6	Л-24-7 L-24-7	ЛЧ-24-2000 LCh-24-2000	Л-24-6 Ангарский НПЗ ОАО «АНХК» / L-24-6 Angarsk refinery, APC	
					до реконструкции / Prior to upgrading	после реконструкции / After upgrading
Число потоков / Amount of lines	2	2	2	1	2	2
Количество реакторов (на поток), шт. / Amount of reactors (per flow), pcs.	2	2	2	1	2	2
Соединение реакторов / Connection of reactors	последова- тельное / Series	последова- тельное / Series	последова- тельное / Series	–	параллельное / Parallel	последова- тельное / Series
Способ ввода газосырьевой смеси в реакторе / Method of gas-liquid mixture infeed in the reactor	аксиальный / Axial	аксиально- радиальный (второй поток) / Axial-radial (second flow)	аксиальный / Axial	аксиальный / Axial	аксиальный / Axial	аксиально- радиальный; аксиальный / Axial-radial; axial
Объем загрузки катализатора (суммарно на поток), м <sup>3</sup> / Catalyst charge volume (total for the flow), cu. m	25	56	30	70	25	110
Производительность, м <sup>3</sup> /час / Productivity, cu.m/hour	80,0	80,0	110,0	250,0	105,0	110,0
Общее давление на входе в реактор, МПа / Total pressure at the reactor inlet, MPa	3,5	3,5	3,5	3,9	3,7	4,4
Перепад давления по реактору, МПа / Differential pressure in the reactor, MPa	0,1	0,04	0,1	0,08	0,07	0,04
Температура на входе в реактор, °С (начало цикла) / Temperature at the reactor inlet, C (cycle start)	355	350	350	345	340	310 340
Степень удаления, % отн.: – сернистых соединений – ПАУ Removal degree, percentage: – Sulfur compounds – MAN	85 23	91 –	87 26	89 24	91 32	92 98 48 65

ally undertaken: the top layer of the catalyst is periodically removed from the reactor; so-called filtering baskets, inert spherical materials (porcelain balls of variable diameter); combined protective catalyst layers, distribution devices are used. The listed methods make it possible to protect the main catalyst layer, but cannot solve the problem of the high hydraulic resistance.

It is possible to reduce differential pressure in the hydrotreating reactor without the catalyst performance degradation by changing the scheme of the stock infeed in the reactor from axial to axial-radial (Table 1).

Non-uniformity of the reaction behavior is conditioned generally by the gradient of flow distribution over the layer cross-section and catalyst volume. The design of the inner components of the axial-radial reactor develops the cross movement of the reacting gas and liquid flows in the catalyst layer. At the same time, the hydrogenous gas is redistributed along the layer height, uniform catalyst layer performance and absence of dead zone for gas slippage are achieved; lower hydraulic resistance to the flow when

та реактора с аксиальным движением потока сырья характеризуется неравномерным распределением газосырьевой смеси по сечению аппарата и ростом гидравлического сопротивления слоя катализатора, значительно возрастающим по мере его длительной эксплуатации. Увеличение перепада давления в реакторе приводит к снижению его производительности и увеличению энергетических затрат на установке. Для замедления роста перепада давления в рабочем цикле обычно периодически удаляют из реактора верхний слой катализатора; используют фильтрующие корзины; инертный сферический материал (фарфоровые шары переменного диаметра); комбинированные защитные слои катализаторов, распределительные устройства. Перечисленные приемы позволяют защитить основной слой катализатора, но не решают проблему высокого гидравлического сопротивления полностью.

Снизить перепады давления в реакторе гидроочистки без ухудшения работы катализатора можно

it passes through the catalyst layer; improved distribution of the gas-liquid stock flow over the cross-section of the unit. The mentioned factors ensure (as practical experience proves) lower differential pressure in the axial-radial reactor during its long-time operation.

In Russia, the first axial-radial reactors were installed at the second module of the standard double-flow hydrotreating unit L-24/6 of Salavatnefteorgsintez. During the four-year service cycle of kerosene-gasoil fractions processing, molybdenia-cobalt-alumina catalyst was used in the first reactor with the gas-liquid stock flow, and molybdenia-nickel-alumina catalyst was used in the second one; this scheme ensured the required product quality (residual sulfur content is 0.05-0.15 mass percent) at low hydraulic resistance (0.03-0.04 MPa) of the catalyst layer and lower power consumption.

Since 2002, production of diesel fuel with the reduced sulfur content has been started at the diesel oil hydrotreating unit L-24-6 of Angarsk refinery of Angarsk Petrochemical Company (APC); this unit was fabricated by the technology of VNII NP (All-Russian Research Institute of Petroleum Industry) and according to the design of Lengyprogas Institute. Catalyst AGKD-205A with high hydrating and strength properties and catalyst of the protective layer FOR-1 (both produced by the Angarsk plant of catalysts and organic synthesis – APC&OS) were charged into the reactors. Experience of hydrotreating unit operation showed that during the four-year service cycle, AGKD-205A steadily provided production of the diesel fuel with residual sulfur

изменив конструкцию ввода сырья внутри реактора с аксиальной на аксиально-радиальную (Табл. 1).

Неоднородность условий протекания реакций обусловлена, в основном, градиентом распределения потоков по сечению слоя и объему катализатора. Конструкция внутренних устройств аксиально-радиального реактора создает перекрестное движение реагирующих потоков жидкости и газа в слое катализатора. При этом происходит одновременное перераспределение потока водородсодержащего газа по высоте слоя, достигаются равномерность работы слоя катализатора и отсутствие застойных зон для проскока газа; меньшее гидравлическое сопротивление потоку при прохождении через слой катализатора; лучшее распределение газосырьевого потока по сечению аппарата. Указанные факторы обеспечивают, как подтверждает промышленный опыт, низкие перепады давления в аксиально-радиальном реакторе при его эксплуатации в течение длительного времени.

В России аксиально-радиальные реакторы впервые были установлены на втором блоке типовой двухпоточной установки гидроочистки Л-24/6 ОАО «Салаватнефтеоргсинтез». Четырехгодичный межрегенерационный период эксплуатации при переработке керосино-газойлевой фракции с использованием в первом по ходу газосырьевого смеси реакторе алюмокобальтмолибденового и во втором – алюмоникельмолибденового катализаторов обеспечивалось требуемое качество продукта (содержание остаточной



**Компания Зиракс** — это производитель и продавец специализированной химической продукции, поставляемой для широкого круга клиентов, в числе которых нефтесервисные и нефтегазодобывающие компании, а также предприятия, специализирующиеся на зимней уборке и эксплуатации дорог и территорий с твердым покрытием.

**Основной вид деятельности компании** — производство PelletOil™ — кальция хлористого технического твердого гранулированного 94-98% (ГОСТ 450-77) — для применения на нефтяных и газовых месторождениях, а также EXTROIL — кислоты соляной для нефтяной и газовой промышленности с ингибитором Солинг.

PelletOil™	EXTROIL
<p>Основные ценности PelletOil™</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• удельная плотность 1,090-1,474 гр/м<sup>3</sup>;</li> <li>• практическое отсутствие примесей;</li> <li>• производство на основе чистой синтетической соляной кислоты;</li> <li>• уменьшенный размер гранул;</li> <li>• быстрое, эффективное растворение при приготовлении раствора; отсутствие пыли;</li> <li>• упаковка сертифицирована ISO9002 и имеет повышенные прочностные характеристики.</li> </ul>	<p>Основные потребительские ценности EXTROIL при кислотных обработках ПЗП</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• увеличение коэффициента нефтеизвлечения более чем 20%;</li> <li>• увеличение межремонтного периода промышленного емкостного оборудования;</li> </ul> <p>Основные преимущества EXTROIL при кислотных обработках ПЗП</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• отсутствие нефтекислотных эмульсий;</li> <li>• отсутствие коагулирующего первичного и вторичного осадка;</li> <li>• низкая коррозионная активность даже при высоких температурах;</li> <li>• гарантированное качество продукции.</li> </ul>

**Компания оказывает высокий сервис поставок всеми видами транспорта, используя оптимально выгодные виды упаковок**

ООО «Зиракс», 404171, Волгоградская обл., р.п. Светлый Яр, мкрн. 4, д.6  
Тел.: +7 (8442) 494-999 Факс: +7 (8442) 499-444; E-mail: sales@zirax.com; www.zirax.ru

content 0.04-0.10 mass percent from the stock mixture at weight hour space velocity 4-5 h<sup>-1</sup>. The required amount of diesel fuel was achieved at the total pressure at the reactor inlet 3.3-3.7 MPa, the initial cycle temperature 335 °C, and the final one – 355 °C.

To organize production of low-sulfur diesel fuel at APC, a decision was made to upgrade the operating hydrotreating unit L-24/6. The basic design was developed by Angarskneftchimproyekt based on the initial data of VNII NP. The hydrotreating process improvement conception consisted in implementation of the following technical solutions:

- Transfer to the series connection of the reactors with higher pressure in them;
- Installation of two new reactors on each flow with the catalyst charge volume 57 cu. m each; axial-radial infeed of the stock was used in the first reactor;
- Replacement of the worn-out equipment;
- Use of the catalyst system which would ensure the enhanced activity in the reactions of hydrogenation of sulfur compounds and multiring aromatic hydrocarbons (MAH);
- Application of a special charging scheme with protective layer catalysts;
- Catalyst activation by the sulfiding chemical using a special technique.

Experience of operation of the unit in the mode of the stock mix hydrotreating showed that in the course of time, flow distribution over the parallel-operated reactors is changing, and their operational mode is also changing. Non-uniformity of flow distribution in the reactors, and

серы 0,05-0,15% масс.) при низких гидравлических сопротивлениях (0,03-0,04 МПа) слоя катализатора и с меньшими энергетическими затратами.

С 2002 года на установке гидроочистки дизельного топлива Л-24-6 Ангарского НПЗ ОАО «Ангарская нефтехимическая компания», созданной по технологии ВНИИ НП и по проекту «Ленгипрогаза» начал выпуск дизельного топлива с пониженным содержанием серы. В реакторы были загружены катализатор АГКД-205А с высокими гидрирующими и прочностными свойствами и катализатор защитного слоя ФОР-1 (оба производства ОАО «Ангарский завод катализаторов и органического синтеза»). Опыт эксплуатации установки гидроочистки показал, что в течение четырехгодичного межрегенерационного периода эксплуатации катализатор АГКД-205А стабильно обеспечивал получение из смешанного сырья дизельного топлива с остаточным содержанием серы 0,04-0,10% масс. при объемной скорости подачи сырья 4-5 ч<sup>-1</sup>. Требуемое качество дизельного топлива достигалось при общем давлении на входе в реакторы 3,3-3,7 МПа и температуре в начале цикла 335 °С, в конце – 355 °С

Для организации в ОАО «АНХК» производства малосернистого дизельного топлива было принято решение реконструировать действующую установку гидроочистки Л-24/6. Базовый проект был выполнен ОАО «Ангарскнефтехимпроект» по исходным данным ОАО «ВНИИ НП». Концепция усовершенствования процесса гидроочистки заключалась во внедрении следующих технических решений:

Табл. 2. Основные технологические показатели фиксированного пробега на 2-м потоке установки Л-24/6 ОАО «АНХК» / Table 2. Main technological data of the pre-determined run at the 2nd flow of L-24/6 unit of APC

Дата / Date	Время / Time	Qс, м³/ч				ТР-2/1, ОС		ТР-2/2, ОС	
		всего / total	вторичные компоненты / secondary component	РР-2/1, МПа / МПа	РР-2/2, МПа / МПа	вход / inlet	выход / outlet	вход / inlet	выход / outlet
18.01	13.00	110	37,5	4,39	4,33	327	360	353	357
	18.00	110	38,4	4,44	4,39	332	365	361	363
	24.00	110	38,6	4,43	4,38	336	367	370	373
19.01	6.00	110	40,8	4,43	4,38	336	370	371	374
	12.00	110	40,3	4,41	4,36	335	368	370	373
	18.00	110	28,0	4,42	4,37	336	367	368	370
	24.00	110	35,9	4,42	4,37	335	368	368	369
20.01	6.00	110	37,9	4,41	4,36	335	366	367	371
	12.00	113	37,1	4,43	4,37	328	361	362	367
	18.00	115	40,9	4,44	4,38	325	361	341	349
	24.00	115	38,5	4,44	4,38	325	359	341	349
21.01	6.00	115	37,9	4,44	4,38	325	360	341	349
	12.00	119	40,8	4,44	4,39	326	362	342	350
	18.00	120	39,7	4,45	4,39	325	362	342	351
	24.00	120	25,8	4,45	4,38	325	360	342	349
22.01	6.00	120	21,5	4,44	4,38	324	355	342	347

Источник: ВНИИ НП, АЗКиОС / Source: VNII NP, APC&OS

low reflux density resulted in decreasing efficiency of the charged catalyst volume utilization. Transfer to the serial connection of the reactors will make it possible to increase the reflux density to the level required for the satisfactory performance of the whole catalyst volume.

Taking into account the characteristic of the stock to be processed, and also in order to prevent increase of hydraulic resistance in the reactors, maintain the productivity of the unit at the same level and ensure two-year service cycle, a scheme was selected, when the reactor of the axial-radial type comes first along the gas-liquid stock flow, and the axial radiator comes second. To reduce the exothermic effect of the reaction and increase the duration of the reaction cycle, possibility of cold hydrogenous gas supply into the cross-flow between the reactors is provided. Increase of the hydrogen partial pressure in the second reactor will have positive effect on the stock treatment depth and catalyst performance stability.

Engineering designs of the reactors were developed by VNIIneftemash. In 2007 these reactors were brought to the construction site of the L-24/6 unit. Molybdenia-nickel-alumina catalyst (AGKD-400-BN) and molybdenia-cobalt-alumina catalyst (AGKD-400-BK) of the Angarsk plant of catalysts and organic synthesis (APC&OS) were selected to be charged into the reactors of both flows. In the catalyst system, to prevent clogging of the main catalyst layer by the products of corrosion and coke, improve distribution of gas-stock mixture over the reactor cross-section, catalysts of the protective layer FOR-2 and FOR-1 were used, these catalysts formed as hollow cylinders. After the catalysts were prepared for operation (hydrogenous gas drying, sulfurization by a sulfiding chemical), the hydrotreating unit was placed in operation late in 2007.

- перевод установки на последовательное соединение реакторов с повышением давления в них;
- установка на каждом потоке двух новых реакторов с объемом загрузки катализатора 57 м<sup>3</sup> каждый, причем в первом по ходу реакторе был использован аксиально-радиальный ввод сырья;
- замена части изношенного оборудования;
- применение системы катализаторов, обеспечивающей повышенную активность в реакциях гидрирования сернистых соединений и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ);
- использование специальной схемы загрузки с применением катализаторов защитного слоя;
- активация катализаторов сульфидирующим агентом по специальной методике.

Опыт эксплуатации установок в режиме гидроочистки смешанного сырья показал, что с течением времени происходит изменение распределения потоков по параллельно работающим реакторам и, соответственно, гидродинамического режима в них. Неравномерность распределения потоков по реакторам, низкая плотность орошения приводили к снижению эффективности использования объема загруженного катализатора. Перевод на последовательное соединение реакторов позволит повысить плотность орошения до уровня, требуемого для удовлетворительной работы всего объема катализатора.

С учетом специфики перерабатываемого сырья, а также для предотвращения роста гидравлического сопротивления в реакторах, сохранения производительности установки прежнем уровне и обеспечения двухгодичного межрегенерационного пробега была выбрана схема с использованием первым по ходу газосырьевого потока реактора аксиально-радиального типа, вторым - аксиального. Для снижения экзотермического эффекта реакции, увеличения продолжительности цикла реакции предусмотрена возможность подачи холодного водородсодержащего газа в переток между реакторами. Повышение парциального давления водорода во втором реакторе благоприятно отразится на глубине очистки сырья и стабильности работы катализатора.

Технические проекты реакторов были выполнены в ОАО «ВНИИнефтемаш». В 2007 году их установили на строительной площадке установки Л-24/6. Для загрузки в реакторы обоих потоков были выбраны алюмоникель-молибденовый (АГКД-400-БН) и алюмокобальтмолибденовый (АГКД-400-БК) катализаторы Ангарского завода катализаторов и органического синтеза. При разработке каталитической системы для предотвращения забивания основного слоя катализатора продуктами коррозии и кокса, улучшения распределения газосырьевой смеси по сечению реактора использовались катализаторы защитного слоя ФОР-2 и ФОР-1, сформованные в виде полых цилиндров. После подготовки катализаторов к эксплуатации (сушки водородсодержащим газом, осернения сульфидирующим агентом) в конце 2007 года установки гидроочистки была пущена в эксплуатацию.

В результате совершенствования технологической схемы производства дизельного топлива на установке Л-24/6 Ангарского НПЗ ОАО «АНХК» возможно стабильное производство дизельного топлива с содер-

Q <sub>H2</sub> , м <sup>3</sup> /ч Q <sub>O2</sub> , см.м/ч	Q <sub>цвсг</sub> , тыс.м <sup>3</sup> /ч Q <sub>hg<sup>+</sup></sub> , thou. cum/h	Серя, ppm / Sulfur, ppm	
		сырье / raw stock	продукт / Product
8405	31,3	5360	114
9345	32,1	7380	89
9316	32,9	6520	57
962	33,5	7140	48
8765	34,1	7010	46
9305	32,1	6790	29
9305	31,4	5790	26
9157	31,9	6430	36
9067	32,3	7010	143
9824	33,3	6560	224
9604	32,4	7250	231
9582	32,3	6560	167
9418	32,8	6750	160
9847	33,3	6160	172
9250	32,9	6830	156
9012	31,4	5590	131



SOURCE: ROSNEFT / ИСТОЧНИК: РОСНЕФТЬ

- Angarsky Oil Refinery plant.
- Ангарский НПЗ.

Improvement of the process flowsheet for production of diesel fuel at the L-24/6 unit of the Angarsk refinery of APC resulted in the possibility of stable production of diesel fuel containing less than 350 ppm of sulfur and less than 7 mass percent of multiring aromatic hydrocarbons (MAH) at low hydraulic resistance in the catalyst layer.

To evaluate the potential of the catalytic system of the first flow of the hydrotreating unit, a pre-determined run was performed in January of 2008. By the results of this run, it was ascertained that during processing of the mixed stock containing 38 mass percent of secondary components, it is possible to achieve 28-45 ppm of sulfur and MAH content not exceeding 5.5 mass percent at the first reactor inlet temperature 335-340 °C.

By end of March of 2009, the unit has been in continuous operation for 14 months without the catalyst recovery. At present, at the temperature 305-310 °C, residual sulfur content is less than 500 ppm, and less than 50 ppm at 330-335 °C. During the operating period, differential pressure increased from 0.04 to 0.07 MPa.

The main performance data of L-24/6 unit operated at APC are given in Table 2.

Analysis of these data enables us to state the following: upgrading of the reactor assembly with application of new catalyst systems made it possible to ensure the optimal technological parameters for use of the domestic desulfurization catalysts and organize production of the ecological diesel fuel having sulfur and MAH content in compliance with the requirements of Euro-3 and Euro-4 Standards.

Diesel fuel having less than 10 ppm of sulfur (Euro-5) can be obtained by changing the technological parameters: reduction of the share of the secondary raw stock involved in the process to 15 percent, rise of the partial pressure in the reactor and increase of the temperature to 345-350 °C. ●

жанием серы менее 350 ppm, полициклических ароматических углеводородов менее 7% масс. при низких гидравлических сопротивлениях в слое катализатора.

Для выявления потенциальных возможностей каталитической системы на первом потоке установки гидроочистки в январе 2008 года был проведен фиксированный пробег. По его результатам установлено, что при переработке смесового сырья, содержащего 38% масс. вторичных компонентов, содержание серы 28-45 ppm и ПАУ не более 5,5% масс. обеспечивается при температурах на входе в первый реактор 335-340 °C.

На конец марта 2009 года установка проработала 14 месяцев без регенерации. В настоящее время при температуре 305-310 °C остаточное содержание серы составляет менее 500 ppm, а при 330-335 °C – менее 50 ppm. За период эксплуатации перепад давления увеличился с 0,04 до 0,07 МПа.

Основные технико-экономические показатели эксплуатации установки Л-24/6 в ОАО «АНХК» приведены в Табл. 2. Их анализ позволяет констатировать: в результате реконструкции реакторного блока с использованием новых катализаторных систем удалось обеспечить оптимальные технологические параметры для эксплуатации отечественных катализаторов обессеривания и наладить производство экологически чистого дизельного топлива по содержанию серы и ПАУ, отвечающих требованиям Euro-3 и Euro-4.

Дизельное топливо с содержанием серы менее 10 ppm (Euro-5) может быть получено за счет изменения технологических параметров: снижения доли вовлекаемого вторичного сырья до 15%, увеличения парциального давления в реакторе, повышения температуры до 345-350 °C. ●