

# ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ И РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ ОБМЕННЫХ РЕЗОНАНСНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

Ю.Н. Киташов, А.В. Назаров, Т.П. Клокова, А.М. Ильинец

резюме

*Глубина переработки нефти на отечественных предприятиях составляет в среднем 72%, тогда как на современных НПЗ — более 90%. При этом энергоемкость российской промышленности в разы выше, чем в развитых странах. По недавним оценкам зарубежных экспертов (McKinsey), на каждые 1000 евро ВВП в России затрачивается 1,39 т условного топлива, что в 4,5 раза больше, чем в Канаде и в 6 раз больше, чем в США. За счет энергосбережения в России можно ежегодно экономить до 10 млрд евро. Среди стран БРИК именно Россия обладает наибольшим относительным потенциалом энергосбережения и сокращения выбросов. Российский ТЭК является одним из наиболее привлекательных секторов для использования энергоресурсосберегающих технологий.*

Большинство традиционных технологий предполагают наличие долгосрочных инвестиций, что в настоящее время в России является проблемой. Положительные тенденции в реконструкции отечественных заводов, наблюдавшиеся в последнее время (в том числе за счет принятия нового Технического регламента) резко пошли на убыль вместе с падением цен на мировом нефтяном рынке. Большинство инвестиционных проектов было заморожено. Окончательный выход из кризиса и восстановление инвестиционной привлекательности российских ПНЗ пока весьма туманно, хотя к этому подталки-

вает Технический регламент на топлива.

Среди менеджеров российских нефтяных компаний господствует ошибочное мнение, что только западные технологии обеспечивают высокую эффективность и надежность переработки углеводородного сырья. На самом деле даже у весьма авторитетных зарубежных компаний встречаются недостаточно хорошо проработанные проекты и большие трудности при их реализации, несмотря на отличную материальную и экспериментальную базу (об этом говорит анализ отечественной и мировой нефтепереработки ВНИПинефть). Кро-

ме того, в выборе отечественными менеджерами западных технологий просматривается элемент перестраховки и неумение разумно рисковать.

В условиях ограниченных инвестиций представляется целесообразным обратиться к отечественным разработкам в области нефтепереработки — как незаслуженно забытым, так и новым. Идти по пути, пройденному западными компаниями проблематично, поскольку у нас отсутствует хорошая исследовательская база, потерянная в постсоветский период. Вместе с тем, крайне важно в ближайшее время организовать российский институт нефти, который мог бы квалифицированно исследовать и оценивать имеющиеся и перспективные разработки.

Среди отечественных инновационных технологий можно отметить технологию ОРВ (обменных резонансных взаимодействий), показавшую высокую энергоэффективность в ряде технологических процессов. Технология ОРВ основана на приеме электромагнитных волн от аппаратов (коллонн, реакторов), где проходит

Юрий Николаевич Киташов, к.т.н., доцент, Андрей Владимирович Назаров, к.т.н., доцент, Татьяна Прокопьевна Клокова к.т.н., доцент, РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, Алексей Михайлович Ильинец, к.ф.-м.н..

основной процесс и передача их в специальный резонатор, сконструированный на основе лент Мебиуса. В резонаторе создается стоячая волна, обладающая теми же частотными характеристиками, что и первоначальное излучение. Стоячая волна передается в пространство и в режиме резонанса воздействует на породивший ее процесс. Таким образом, атомы и молекулы имеют постоянную энергетическую подпитку и в конечном итоге легче преодолевают энергетические барьеры. С помощью модулятора, входящего в состав оборудования ОРВ, можно проводить корректировку волновых характеристик электромагнитного излучения и направлять процесс в желательную для оператора сторону. Природа явлений, возникающих при использовании ОРВ, требует детальных и глубоких исследований, что возможно только при наличии высококлассного сверхчувствительного научного оборудования. Тем не менее, можно предположить, что в механизме ОРВ-технологии большую роль играет скалярная составляющая электромагнитного излучения, для которой не являются препятствием металлические и железобетонные конструкции (рис. 1).

Испытания, проведенные на ряде отечественных НПЗ по влиянию ОРВ-технологии на увеличение выхода светлых и на интенсификацию процесса получения окисленных битумов показали, что при крайне не-



**Рис. 1. Пример реализации ОРВ-технологии в промышленности.**

значительных энергозатратах (менее 1 кВт) можно достаточно быстро и без больших инвестиций получать очень существенные эффекты для упомянутых процессов.

На установках АВТ отмечено увеличение выхода светлых на 2,5...4% и более, в зависимости от свойств перерабатываемой нефти (табл. 1). Эффективность ОРВ выше в случае тяжелых, смолистых нефтей, когда в мазуте в составе надмолекулярных структур остается значительное количество легких фракций.

Лабораторные эксперименты по интенсификации с помощью ОРВ-технологии дистилляции индивидуальных веществ (ундекана, изопропилового спирта) показали возможность ускорения перегонки соответствующих объемов жидкостей на 15...20% (табл. 2).

Проведенный ранее (2003 г.) в ОАО «СвНИИНП» лабора-

торный эксперимент по интенсификации с использованием ОРВ-технологии синтеза моющей присадки к бензинам выявил значительное ускорение отгонки воды из зоны реакции (почти в 2,5 раза).

Приведенные примеры указывают на большие перспективы энергосбережения при использовании ОРВ-технологии не только в нефтепереработке, но и в нефтехимической и химической промышленности.

Скорость окисления сырья в битумном производстве при воздействии ОРВ-технологии возрастает вдвое, что позволяет снизить температуру процесса на 15...30°C и получать битумы высокого качества при сохранении производительности установок. Эффективность ОРВ-технологии по «мягкому» окислению гудрона была продемонстрирована на Новокуйбышевском (2003г.) и на Волгоградском нефтепере-

**Таблица 1. Использование ОРВ-технологии для повышения выхода светлых нефтепродуктов при первичной переработке нефти**

Место испытания ОРВ-технологии	Объект	Полученные результаты
Ачинский НПЗ	ЛК-6Ус	Увеличение выхода светлых нефтепродуктов (НК — 360°C) на 3,7% (масс.)
Туапсинский НПЗ	АВТ-3	Увеличение выхода светлых нефтепродуктов (НК — 360°C) на 3,1% (масс.)
ОАО «Норси»	АВТ-3	Увеличение выхода светлых нефтепродуктов (НК — 360°C) на 2,4% (масс.)
ОАО «Норси»	АВТ-4	Увеличение выхода светлых нефтепродуктов (НК — 360°C) на 2,9% (масс.)
ОАО «Саратовский НПЗ»	ЭЛОУ-АВТ-6	Увеличение выхода светлых нефтепродуктов (НК — 360°C) на 3,7% (масс.)

**Таблица 2. Перегонка индивидуальных веществ**

Объем перегнанного вещества, мл	Время перегонки вещества, мин.	
	Без ОРВ	С ОРВ
Ундекан		
50	14,2	12,1
100	26,7	22,2
140	39,3	33,5
Изопропанол		
50	15,0	12,9
100	29,5	25,4
140	43,7	37,3

рабатывающих заводах (2006 г.) (табл. 3). Во время этих демонстраций показано, что наряду со снижением температуры окисления гудрона на 30°C и сохранением производительности окислительных установок, значительно улучшаются низкотемпературные показатели полученных дорожных битумов, а также пенетрация и растяжимость при 0°C. Температура хрупкости снизилась на 5-10°C по сравнению с битумами, окисленными при температурах в 250°C и выше, используемых при существующих технологических регламентах на действующих окислительных установках.

Последние испытания ОРВ-технологии, проведенные на стендовой установке по получе-

нию окисленных битумов в лаборатории мониторинга процессов и улучшения качества продукции цеха 11 Московского НПЗ в 2008 г. также подтвердили положительный эффект данной технологии при работе на гудроне АВТ-6, который заметно отличается по составу от сырья двух упомянутых ранее заводов. При снижении температуры окисления сырья с 250°C в контроле до 235°C в эксперименте (с ОРВ) температура размягчения (КиШ) повысилась с 47 до 49°C, температура хрупкости снизилась с 19 до 24°C, при более низком (на 10%) расходе воздуха во втором случае.

Таким образом, можно заключить, что ОРВ-технология легко адаптируется к различному сы-

рью и технологическим особенностям битумных установок и может в течение нескольких дней интенсифицировать процесс окисления с получением высококачественных битумов при более низких температурах. При этом наряду с улучшением технико-экономических показателей, снижаются выбросы вредных веществ в окружающую среду.

Технология ОРВ показала высокую эффективность и в отношении ряда объектов живой природы. Так, например, эксперимент по выращиванию сахарной свеклы на полях в Финляндии выявил прирост урожаев на 30%. Эксперименты, проведенные на территории России, показали ускоренное прорастание семян кукурузы, сои, подсолнечника, овса, сахарной свеклы с усиленным развитием корневой системы. За 50 дней объем корневой системы кукурузы в опытных растениях, выращенных в лабораторных условиях, в 10 раз превосходил контрольные образцы (рис. 2). Сроки созревания подсолнечника в полевых условиях сократилось на 14 дней.

В лабораторных условиях отмечена интенсификация жизнедеятельности микроорганизмов. В полевых условиях заметно повы-

**Таблица 3. Характеристики битумов, полученных с использованием ОРВ-технологии на Новокуйбышевском НПЗ**

Показатели	БНД 60/90		БНД 90/130	
	Конрт.	Эксп.	Конрт.	Эксп.
Пенетрация, дмм при 25°C	75	75	105	109,5
Пенетрация, дмм при 0°C	23	24	31	30
Температура размягчения, 0°C	51	51,1	48	46,5
Дуктильность, см при 25°C	88	103	93	90
Дуктильность, см при 0°C	4,2	5,8	5,2	6,3
Температура хрупкости, 0°C	-19	-28	-20	-30
Индекс пенетрации	0,1	-0,1	0,2	0,1
Изменение температуры размягчения, 0°C	5	2,4	5	3,1
Температура окисления в К-3, 0°C	240-250	204-223	240-250	204-223
Температура из печи П-1, 0°C	190-200	150-170	190-200	150-170
Производительность, м³/ч	12-16	12-20	12-16	12-20

силась активность фермента каталазы в почве на опытном поле по сравнению с контрольным. С помощью одной установки ОРВ можно обрабатывать поле площадью до 100 га при малых энергозатратах.

Приведенные результаты указывают на возможность значительного повышения эффективности производства различных видов растений, а также биотоплив как на стадии получения биомассы, так и на последующих стадиях, включающих, например, ферментацию или дистилляцию.

Как это ни кажется парадоксальным, но при использовании ОРВ-технологии параллельно с ростом урожайности растет почвенное плодородие. Дело в том, что активное развитие почвенных микроорганизмов сопровождается резким увеличением количества дождевых червей, питающихся этими микроорганизмами. Черви же создают биогумус — чистейшее органическое удобрение, в котором основные питательные вещества находятся в легкоусвояемой для растений форме.

Исследования по ускоренной переработке термофильного ила

— остатка производства биогаза на Курьяновских очистных сооружениях с помощью дождевых червей выявили уникальные возможности ОРВ-технологии. За 4 мес. из 200 червей выросло порядка 22 тыс. взрослых особей, т.е. коэффициент размножения червей за год превышает 1 млн. В то же время, известно, что коэффициент размножения калифорнийских червей, использующихся обычно в вермикультуре, составляет порядка 1,5 тыс., т.е. на 3 порядка меньше. Соответственно все это может найти применение при решении ряда проблем, связанных с работой промышленных и городских очистных сооружений, очисткой загрязненных территорий, восстановлением плодородия почв.

С помощью технологии ОРВ и аналогичных отечественных разработок можно с небольшими затратами значительно поднять качественный уровень российской нефтепереработки и ее энергоэффективность, однако этому не благоприятствуют существующие экономические условия, в частности переработка заводами сырья по давальческой схеме и малая



**Рис. 2. Корневая система кукурузы — опыт и контроль.**

заинтересованность дорожной отрасли, а отсюда и переработчиков, в высоком качестве битумов. К сожалению, пока государственная политика в области инновационных отечественных технологий носит преимущественно декларативный характер, шансы России уйти от сомнительных заслуг мирового поставщика энергоресурсов крайне призрачны. Можно не сомневаться (как было уже не раз), что многие из отечественных разработок, не нашедших признания в России, приживутся за рубежом и будут покупаться нашими компаниями под зарубежными брендами и за совсем другие деньги, чем это можно сделать сейчас.