

## СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ ИЗ УГЛЯ

Ж.Каирбеков

Казахский национальный университет им. аль-Фараби  
ДГП НИИ новых химических технологий и материалов, г. Алматы

*В данной работе сделан обзор о состоянии научно-исследовательских и опытно-промышленных работ по совершенствованию технологии гидрогенизации углей. Обсуждены основные результаты научно-исследовательских работ, выполненных в ДГП НИИ НХТМ при КазНУ имени аль-Фараби по влиянию предварительного озонолиза, химического, механического и радиационного воздействия на поведение угля при его гидрогенизации. Приведены данные по наиболее апробированным зарубежным процессам каталитического ожижения угля по сравнению с процессом гидрогенизации угля, разработанным в НИИ НХТМ. Показано, что казахстанская технология получения моторных топлив гидрогенизацией углей имеет ряд преимуществ по сравнению с процессами, разработанными в США, Германии, Японии, Великобритании и России.*

Уголь – важнейший первичный энергетический ресурс, обеспечивающий в значительной мере топливом отрасли экономики и населения Казахстана. В Технико-экономическом балансе (ТЭБ) на его долю приходится более 60% условного топлива. Это естественно, т.к. в Казахстане сосредоточено 3,3% от мировых промышленных запасов угля. По объемам добычи угля Казахстан занимает 8 место в мире и 3 место после России и Украины среди стран СНГ. Всего в Казахстане выявлено более 100 угольных месторождений с геологическими запасами 176,7 млрд. тонн. Балансовые запасы угля Казахстана оцениваются более 38 млрд. тонн, из которых более 94% сосредоточено на территории Северного, Центрального и Восточного Казахстана [1].

Балансовые запасы коксующихся углей составляют 5,9 млрд. т и сосредоточены в Карагандинском бассейне. Пригодные для разработки открытым способом запасы энергетических углей составляют 19,1 млрд.т [1].

Создание промышленности синтетического жидкого топлива (СЖТ) из твердых горючих ископаемых – важная и сложная научно-техническая задача. Эта проблема особенно актуальна в связи с быстрым ростом затрат на добычу и переработку нефти, с необходимостью экономить ее ресурсы, с постоянно увеличивающимся спросом на моторное топливо. Перестройка топливно-энергетического баланса страны в направлении сбережения нефти, переработка огромных запасов твердых горючих ископаемых в жидкое и газообразное топливо, особенно в настоящее время, очень перспективны.

В связи с разразившимся в мире энергетическим кризисом в 70-80-х годах в США, Германии, Японии, России, Австралии, Канаде, Китае, Великобритании было разработано в общей сложности около 60 технологических схем, в том числе 30 вариантов процессов с применением метода гидрогенизации, для переработки угля в продукты топливного и химического назначения [1; 2]. Данные о состоянии разработок в промышленно-развитых странах и основные технологические параметры процессов подробно опубликованы в литературе [3-13].

Ископаемые угли представляют собой природные полимеры, состав и структура которых меняется в зависимости от возраста угля. Высокомолекулярная структура угля состоит из ароматических, гидроароматических, гетероциклических и алифатических фрагментов, различных функциональных групп. Эти фрагменты связаны между собой разнообразными способами, в том числе посредством алифатических связей углерод – углерод, углерод – кислород, углерод – азот, углерод – сера. Для более молодых бурых углей характерно более высокое содержание гетероатомов (прежде всего кислорода) по сравнению с каменными углями, в составе которых преобладают конденсированные полиароматические

фрагменты. Макромолекулы угольной структуры могут соединяться между собой с помощью электроно-донорно-акцепторных взаимодействий.

Одна из возможных структур угля приведена на рисунке ниже. Из функциональных групп в угле обычно преобладают кислородсодержащие группы, входящие в состав фенолов, карбоновых кислот, спиртов, эфиров и карбонильных соединений. Наряду с органической массой в ископаемом угле присутствует минеральная часть, представленная такими элементами, как кремний, алюминий, кальций, железо и другие. В целом состав ископаемых углей более сложен, чем нефти, и может существенно различаться даже в пределах одного угольного месторождения.

Целью большинства процессов химической переработки угля (за исключением получения углеродных материалов) является его преобразование в низкомолекулярные органические продукты, по возможности достаточно однородного состава. Превращения угля в более привычные для химика органические соединения достигается при термокаталитической обработке и воздействии различных реагентов [2-6].

В процессе нагревания в первую очередь разрываются наиболее слабые алифатические цепочки, которыми связаны конденсированные ароматические структуры. Определяющий вклад в процесс деполимеризации бурых углей вносит разрыв связей углерод – кислород.

Многочисленными исследованиями показано, что предварительная обработка угля приводит к заметным изменениям его структуры и состава. В ДГП НИИНХТМ изучено влияние предварительного озонолиза, химического, механохимического и радиационного воздействия на поведение угля при его гидрогенизации [14-36].

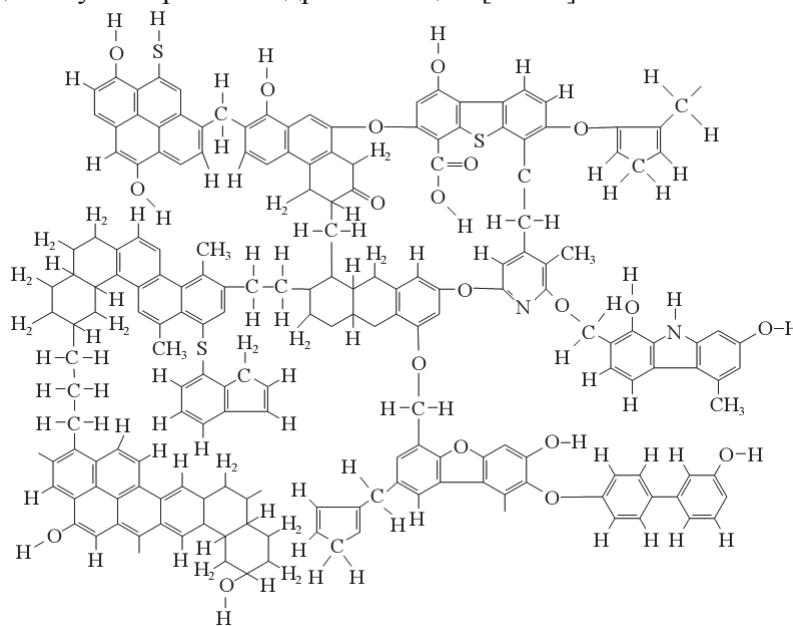


Рисунок – Фрагмент гипотетической структуры угля.

При механохимическом воздействии на уголь наряду с диспергированием происходит его активация, сопровождающаяся значительными структурными изменениями органической массы угля (ОМУ) и как следствие в результате изменение выхода, достигающего максимума (56,9 масс.%) при 15 минутной механической обработке угля.

Дифференциальные кривые распределения частиц угля по размерам после механохимии имеют один максимум, указывающий на присутствие в полидисперсной системе максимальной доли одной фракции. При 15 минутной обработке угля максимум на кривой смещается в сторону меньших радиусов частиц. Дальнейшая обработка угля приводит к смещению кривой седиментации в сторону больших радиусов частиц.

Данные ЭПР показывают, что после механообработки образцов фюзинита и витринита наблюдается увеличение концентрации трехвалентного железа. По-видимому, часть железа, находящаяся в двухвалентном состоянии, в результате механообработки переходит в

трехвалентное состояние. Не исключено, что этот процесс может дать частичный вклад в повышение выхода жидкой фракции при гидрогенизации угля, так как трехвалентное железо может играть роль "внутреннего катализатора". Измерения трех серий образцов позволяют сделать вывод о высокой долговременной стабильности ионов  $\text{Fe}^{3+}$ , образующихся в процессе диспергирования каражыринского и кияктинского углей. Различие в спектрах ЭПР ионов  $\text{Fe}^{3+}$  в фюзините и витрините также свидетельствует об их разной молекулярной структуре.

Данные седиментационного анализа хорошо согласуются с результатами измерения электрокинетического потенциала частиц порошка угля в водной среде от продолжительности измельчения. В процессе механодеструкции угля (обработанного 15 минут) на ИК-спектрах наблюдается закономерное изменение соотношения интенсивности полос поглощения, характерных для валентных колебаний аминов, карбоновых кислот, ароматических углеводородов ( $1600, 1700 \text{ см}^{-1}$ ), ароматических и арилалкильных эфиров ( $3400 \text{ см}^{-1}$ ), нитрилов ( $1400 \text{ см}^{-1}$ ). При этом происходит разрыв связей С-С в алифатических структурах. Это приводит к тому, что образующиеся при механодеструкции радикалы на воздухе окисляются и приводят к образованию гидроперекисных и спиртовых групп.

Хроматографическим анализом бензиновой фракции механохимически обработанного угля с последующим его гидрогенолизом установлено уменьшение содержания парафиновых углеводородов, в то время как концентрация ароматических углеводородов увеличивается. Кроме того, наблюдается также уменьшение содержания олефиновых углеводородов. Эти данные свидетельствуют о том, что при механохимической обработке угля происходит глубокая деструкция угольной макромолекулы, которая влияет на выход угольного дистиллята.

При предварительной обработке угля водными растворами гидроксида калия выход жидкого гидрогенизата увеличивается до 59,5 масс.%. Кроме того, изменяется соотношение выхода бензиновой и суммы керосино-газойлевой фракций. Так, при обработке угля 2,0%-ным раствором щелочи выход бензиновой фракции составляет 20,9 масс. % по сравнению с 11,3 масс.% для исходного угля. При этом уменьшается выход газообразных продуктов (8,0 масс.%).

Данные ИК-спектроскопии показали наличие в исходном и обработанном щелочью угле кислород-, азот- и серосодержащих углеводородных фрагментов. В исходном угле зарегистрировано поглощение в области деформационных колебаний характерных для s-h групп органических сульфидов ( $2650\text{--}2620 \text{ см}^{-1}$ ). Достаточно четко просматривается наличие полос поглощения С=О групп карбоновых кислот и С=C (сопряженной с С=О) группы аренов в спектрах исходного угля. В спектре обработанного щелочью угля интенсивность полос поглощения этих групп заметно снижается, что свидетельствует о том, что при этом происходит деструктивное выделение углеводородных составляющих гуминовых кислот из органической массы угля.

Результаты по влиянию облучения электронами каражыринского и кияктинского углей на выход жидкого топлива при его гидрогенизации получены в работе [18]. В ней сообщается, что в диапазоне доз облучения ( $2\text{--}500 \text{ кГр}$ ) не удалось обнаружить увеличения суммарного выхода жидкого топлива. Следует, однако, отметить, что облучение угля дозой  $100 \text{ кГр}$  приводит к увеличению выхода керосино-газойлевой фракции на 6–9%. Если же к углю добавить облученный катализатор, в качестве которого используются бокситы разных марок, то наблюдается увеличение суммарного выхода жидкого топлива. ЭПР-измерения облученных бокситов показали увеличение в них концентрации ионов трехвалентного железа относительно исходных образцов. Наибольший эффект был достигнут при облучении угля и боксита-094 дозой  $100 \text{ кГр}$ . Суммарный выход жидких продуктов при этом достигает 60,6%.

В работе [36] исследовано влияние процесса озонлиза на выход жидких продуктов при гидрогенизации угля. При обработке угля со скоростью 0,5 л/мин озоном в течение 60 мин выход жидких продуктов увеличился на 10 масс.%. При озонировании углеводородов

возможны два механизма химических превращений: присоединение озона по  $\pi$ - связям в молекулах непредельных и ароматических (с раскрытием цикла) соединений и окислительные реакции радикального типа с образованием широкого спектра кислородсодержащих продуктов (карбоновых кислот, спиртов, альдегидов, кетонов и т.д.). Анализ экспериментальных данных показывает, что в результате озонирования наблюдается увеличение концентрации свободно-радикальных состояний (СРС) озоном. При более продолжительной обработке угля > 90 мин. озono-воздушной смесью происходит рекомбинация образующихся свободных радикалов и как следствие понижение выхода жидких продуктов.

Таким образом, технология гидрогенизации угля с предварительной химической, механохимической и радиационной активацией и влияние озонирования на исходное сырье позволяют не только повысить выход жидких продуктов и улучшить их качество, но также значительно приблизить её к малоотходной и экологически чистой.

В НИИНХТиМ при КазНУ им. аль-Фараби, также создана комплексная технология переработки углей ряда месторождений Казахстана для получения жидких продуктов (синтетическая нефть, химические соединения), ценных газов, твердых органических (гуминовые препараты, битум, кокс) и неорганических (шлак, цветные металлы) остатков. Дистилляцией синтетических жидких продуктов получены бензин, дизтоплива и мазут (таблица 1). На основании выполненных научно-исследовательских работ проведена проектная работа по переработке 65 тыс. т/год Каражыринского угля в жидкое топливо и другие продукты топливного назначения [14, 17-34].

Таблица 1 - Характеристика углей различных месторождений Республики Казахстан [17-36]

Характеристики	Месторождения					
	Ойкар агай	Киякты	Мамыт	Екибас туз	Каражи ра	Кендерлык
Влага аналитической пробы, $W^a$ , %	7,8	9,5	8,0	5,8	8,8	8,0
Зола сухого состояния, $A^a$ , %	12,0	11,1	11,3	40,5	7,2	15,2
Летучие вещества сухого беззольного состояния, $V^{daf}$ , %	35,8	41,2	34,8	26,8	47,2	38,2
Углерод общий, сухого состояния, $C^{daf}$ , %	74,1	74,3	73,1	76,0	70,9	73,0
Водород общий, сухого состояния, $C^{daf}$ , %	4,7	4,7	4,7	5,3	5,7	4,3
Азот общий, сухого состояния, $N^{daf}$ , %	1,0	0,8	1,9	1,3	1,2	1,7
Сера общая, сухого состояния, $S^{daf}$ , %	0,1	0,9	0,3	0,5	0,2	0,3
Кислород общий, сухого состояния, $O^{daf}$ , %	15,4	19,3	20,0	16,9	22,0	20,7
Атомные соотношения Н/С	0,76	0,75	0,77	0,83	0,96	0,70
Соотношение С:Н	15,7	15,8	15,5	14,3	12,4	16,9
Соотношение Н:С	6,3	6,3	6,4	7,0	8,1	5,9
Теплота сгорания высшая, сухого беззольного состояния, $Q^{daf}$ , ккал/кг	6950	6620	6900	6320	7430	7244
Теплота сгорания брикета, сухого беззольного состояния, $Q_s^{daf}$ , ккал/кг	8550	8275	8625	8325	8545	8693
Гуминовая кислота, сухого беззольного состояния, $(HA)^{daf}$ , %	40,5	54,2	28,6	4,5	5,8	11,5
Выход жидких продуктов на ОМП ( $T=420^\circ C$ , $\tau=15$ мин., уголь:ПО=1:2, кат-боксит), %	60,5	59,5	61,4	43,5	60,5	51,3
Химический состав минеральной части углей						
$SiO_2$ , %	30,2	36,7	50,	59,0	41,3	60,0
$Al_2O_3$ , %	25,8	21,9	28,0	27,0	26,0	21,6
$Fe_2O_3$ , %	13,5	12,9	11,5	6,0	22,7	5,6
$CaO$ , %	19,6	8,1	5,2	3,4	2,6	7,5
$MgO$ , %	2,9	3,3	2,1	1,6	2,5	1,9

TiO <sub>2</sub> , %	0,6	0,7	0,5	1,3	1,6	1,3
K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O, %	1,0	4,5	1,2	0,8	1,8	1,7
SO <sub>3</sub>	2,0	11,9	1,5	0,9	1,5	0,4

В проекте для получения моторных топлив применен способ прямой гидрогенизации углей, который осуществляется при давлении водорода 4-5 МПа, температуре 673-693К и объемной скорости подачи сырья 1,0 ч<sup>-1</sup>.

В таблицах 2–3 приведены данные по наиболее апробированным зарубежным процессам каталитического ожижения угля по сравнению с процессом гидрогенизации угля, разработанным в НИИ НХТМ. Казахская технология получения моторных топлив гидрогенизацией углей при низком давлении водорода (до 5 МПа) по сравнению с процессами, разработанными в США, Германии, Японии, Великобритании, России имеет ряд преимуществ:

- применение малоемкостных дешевых катализаторов одноразового использования на основе природных рудных материалов и отходов металлургических производств на стадии ожижения угля, что позволяет исключить из технологической схемы процесса стадию сжигания шлама и регенерации катализатора и тем самым можно утилизировать шлам и улучшить экономические показатели производства.
- ведение процесса с применением технического пастообразователя – донора водорода нефтяного или угольного происхождения и образующихся газообразных продуктов, применение различных методов активации исходного сырья позволяет снизить давление процесса с 30-70 МПа до 5,0 МПа.

Таблица 2 – Сравнительные показатели процессов получения СЖТ из бурых углей [1; 17-34]

Показатели	НИИ НХТМ (Казахстан)	ИГИ (Россия)	Pyrosol (Германия)	NBCL (Япония)
Производительность опытных установок, угля т/сутки	60	0,07-0,15; 7	4-6	1,0; 50; 150
Технологические параметры процесса: температура, К	673-693	698-703	703-733	703-723
давление, МПа	3-6	6-10	20	15-20
время пребывания, мин	15-45	30-60	30-60	-
Катализатор, мас. % на ОМУ	Цеолит, Боксит, 3-5	Mo 0,05; S 2-4	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Na <sub>2</sub> S	FeS <sub>2</sub> 3,0
Расход водорода, % на ОМУ	2,0-2,5	2,5-3,0	3-4	5,0
Степень превращения угля, %	85-95	87-92	-	98
Выход продуктов, масс %:				
газ + вода	8,0-10	13,0-13,5	8,0	10-20
углеводородные газы C <sub>1</sub> -C <sub>4</sub>	-	3,0	7,0	-
бензиновая фракция	11,9	10,9	5,0	41,6
дизельная фракция	55-63	44,9	20	39,8
Остаток	10-12	41,2	-	-
зола + непревращенный уголь	4-6	6-10	5,0	30-40



Таблица 3 – Характеристика жидких продуктов гидрогенизации углей полученных в различных процессах [1; 15; 16;17-34]

Показатели	НИИ НХТиМ	ИГИ	Н - Coal	EDS	SRC	Dow Coal Liquefaction
Плотность при 293К, г/см <sup>3</sup>	0,8085	0,8931	1,0043	1,0158	0,9993	0,9208
Элементный состав, масс %:						
С	86,12	86,25	89,32	86,50	86,13	88,10
Н	12,07	11,63	9,36	8,93	8,72	8,01
S	0,84	0,45	0,07	0,66	0,38	0,51
N	0,67	0,23	0,39	0,50	0,90	0,49
O	0,30	1,39	0,51	2,0-2,8	1,73	2,80
Содержание, масс %:						
ароматические углеводороды	28,2	-	-	-	-	-
парафины	32,3	44,3	85,0	-	94,6	-
изопарафины	30,0	1,3	1,6	8,5	0,2	-
нафтены	9,5	-	-	-	-	-
Пределы выкипания, К	353-593	328-698	502-733	480-761	441-705	-
Коксовое число, %	-	0,8	-	3,7	0,4	-

Таким образом, нами разработана комплексная и малоотходная технология переработки угля, которая позволяет получить промышленно важную продукцию: жидкое и брикетное топливо, связующие вещества для брикетирования, а также выделять битум за счет утилизации шлама. Реализация настоящих научно-практических разработок позволит эффективно решать важные производственные, экономические, экологические и социальные проблемы.

*Работа выполнена по гранту МОН РК №505, по приоритету 2.3. «Технология переработки продукции», по программе «Разработка технологии глубокой переработки органического и минерального сырья и получения наноструктурной композиционной продукции различного назначения».*

## Литература

1. Концепция развития угольной промышленности РК до 2020 года разработана на основании протокольного решения заседания Правительства РК от 7 сентября 2007 года №28.
2. Малолетнев А.С., Кричко А.А., Гаркуша А.А. Получение синтетического жидкого топлива гидрогенизацией углей. - М.: Недра, -1992. – 129 с.
3. Малолетнев А.С. Получение моторных топлив из угольных дистиллятов с применением гидрогенизационных процессов: дисс. ...д-ра.т.наук. - М: РХТУ им.Д.И. Менделеева, 1995. – 228 с.
4. Киндерман Ф.В., Уилкинсон Дж. К. Проектно-конструкторские работы и научные исследования стран ЕЭС в области твердых топлив // Глюкауф. - 1987. - №6. – С. 29-36.
5. Хорькова Н.Н. Синтетическое жидкое топливо на пороге 2000 года: Проблемы и их решения // Энергетика. Актуальные проблемы. – 1989. - №2. – С. 64-70.
6. Кричко А.А., Малолетнев А.С., Хаджиев С.Н. Углубленная переработка угля и тяжелых нефтяных остатков // Российский химический журнал. – 1994. – Т. XXXVIII. - №5. – С. 100-104.
7. . Кричко А.А. Жидкое топливо из угля // Российский химический журнал. - 1997. – Т. XII. - №6. – С. 16-22.
8. Kuhlmann Erv. J., Jung Dick Y. Coal liquefaction using a hydrogenated creosote oil solvent. H-atom transfer from hydrogen donor components in the solvent // Oil and Gas Journal. - 1993. April 12. - P. 85.
9. Nishiyama Y. Proceedings of the 6<sup>th</sup> Japan-China Symposium on Coal and C<sub>1</sub> Chemistry. Zao. Miyagi. – Japan, October 1998. - 393 p.

10. Hirano K. Operation of 150 t/d NEDOL coal liquefaction Pilot plant / K. Hirano, M. Endo, T. Nishibayashi, M. Kobayashi, H. Yoshida, Proceedings of the 6<sup>th</sup> Japan-China symposium on coal and C<sub>1</sub> chemistry. Zao. Miyagi. – Japan, October 1998. - P. 1-4.
11. Hartiniati S. Current status and prospect of coal liquefaction in Indonesia / Proceedings of the 6<sup>th</sup> Japan-China symposium on coal and C<sub>1</sub> chemistry. Zao. Miyagi. – Japan, October 1998. - P. 180-183.
12. Tamura M. Outline of the advanced BCL process / M. Tamura, T. Kaneko, K. Shimasaki, Proceedings of the 6<sup>th</sup> Japan-China symposium on coal and C<sub>1</sub> chemistry. Zao. Miyagi. – Japan, October 1998. - P. 164-167.
13. Wenhua Li China's future energy and clean technology / Li Wenhua, Liu Wenxin: Международная науч. конф., посвященная 275-летию РАН «Химия и природосберегающие технологии использования угля». - Звенигород, февраль 1998. - М.: МГУ, 1999. - С. 272-281.
14. Shidong Shi Chinese Yilan coal liquefaction characteristics and its derived oil upgrading / Shi Shidong, Jin Jiadi, Proceedings of International Symposium on Clean Coal Technology. – Xiamen, China, 1997. - P. 500-505.
15. Жубанов К.А., Ибрашева Р.Х., Каирбеков Ж.К. Развитие теории и практики нефтехимических производств // Химия и химическая технология. Современные проблемы. Ежегодник обзорных статей ученых химиков под редакцией проф. З.А.Мансурова. – Алматы: Изд-во «Қазақ университеті», 2000, – 732 с.
16. Powacki P. Coal Liquefaction Processes – Nowes Data Corporation.: Park Rirge, Now Jersey, U.S.A., 1979. – 339 p.
17. Slyrry drying of coal in the EDS process / Garuwsh F.F., Madden. – Chemical Engineering Process. – 1984. – № 10. – P. 42-47.
18. Жубанов К.А., Глубокая переработка углеводородного сырья перспектива развития нефтехимической отрасли // Промышленность Казахстана. – 2001. - №4. – С. 60-63.
19. Ешова Ж.Т., Каирбеков Ж.К., Ташмухамбетова Ж.Х. Анализ состава жидкого гидрогенизата угля месторождения «Киякты» // Известия АН РК. - Алматы, - 2001, - №3. – С. 91-94.
20. Предпатент 13151 РК, МПК<sup>6</sup>C10G1/06 Способ получения жидких продуктов / Жубанов К.А., Якупова Э.Н., Каирбеков А.Ж., Каирбеков Ж.К., Кутюков Г.Г., Аубакиров Е.А., Ешова Ж.Т., Аблайхан А. - Оpubл. 06.12.2001; Бюл. № 1.
21. Предпатент 13152 РК, МПК<sup>6</sup>C10G1/06 Способ получения жидких продуктов / Жубанов К.А., Каирбеков Ж.К., Якупова Э.Н., Каирбеков Ж.К., Кутюков Г.Г., Аубакиров Е.А., Ешова Ж.Т., Аблайхан А. - Оpubл. 06.12.2001; Бюл. № 2.
22. Предпатент 13153 РК, МПК<sup>6</sup>C10G1/06 Способ получение жидких продуктов / Жубанов К.А., Якупова Э.Н., Кутюков Г.Г., Аубакиров Е.А., Ешова Ж.Т., Аблайхан А., Каирбеков Ж.К. - Оpubл. 06.12.2001; Бюл. № 3.
23. Қайырбеков Ж.Қ., Әубәкіров Е.А., Смағұлова Н.Т. "Көмірлі мұнай" қалдықтарын іске асыру жолдары // Қаз ҰУ Хабаршысы. Химия сериясы. - 2002. - №5(33). - 11-16 бб.
24. Қайырбеков Ж.Қ., Әубәкіров Е.А., Жұбанов Қ.А., Смағұлова Н.Т. «Көмірлі мұнай» шламынан тотықтыру арқылы битум алу // Қазақстан химия журналы. - 2004. - №2(3). - 65-70 бб.
25. Musabekov K.B, Kairbekov J.K., Aubakirov E.A., Kusainova J.J Water-coal suspen -sion – The alternative form of liquid fuels // Intern.Conf.Coal Fire Research. Abstr. - Beijing, China, 2005. - P. 202-204.
26. Musabekov K.B., Kairbekov J.K., Aubakirov E.A., Kusainova J.J. Mechanochemical treatment of dispersed coal // Intern.Conf.Coal Fire Research. Abstr. - Beijing, China, 2005. - P. 204-206
27. Қайырбеков Ж.Қ., Әубәкіров Е.А., Смағұлова Н.Т., Мылтықбаева Ж.К. “Қаражыра” кен орынының көмірін кешенді өңдеу // ҚазҰУ Хабаршысы. Химия сериясы. - 2005. - №4 (36). - 44-46 бб.
28. Мылтықбаева Ж.К., Каирбеков Ж.К., Аубакиров Е.А., Ташмухамбетова Ж.Х. Гидроочистка угольных дистиллятов в мягких условиях на скелетных Ni-Re-катализаторах // Вестник КазНУ. Сер. хим. - 2005. - №3 (39). - С.164-166.
29. Заявка № 2006/0455 РК МПК<sup>6</sup>C10G1/06. Способ получения жидких продуктов / Каирбеков Ж.К., Аубакиров Е.А., Мылтықбаева Ж.К., Смағұлова Н.Т. - Заключение о выдаче предпатента РК от 18.01.2007.
30. Предпатент 52604 РК, МПК<sup>6</sup>C10G1/06. Способ получения жидких продуктов / Каирбеков Ж.К., Аубакиров Е.А., Мылтықбаева Ж.К., Досмайл Т.Ш. - Оpubл. 15.08.07; Бюл. № 8.
31. Каирбеков Ж.К., Аубакиров Е.А., Мылтықбаева Ж.К., Муканов Б. Озонолиз в переработке угля // Вестн. КазНУ. Сер. хим. - 2006. - №4 (44). - С. 149-151.
32. Каирбеков Ж.К., Аубакиров Е.А., Мылтықбаева Ж.К., Есеналиева М.З. Направление повышения качества жидких продуктов процесса гидрогенизации // Вестн. КазНУ. Сер. хим. - 2006. - № 4 (44). - С. 152-154.
33. Каирбеков Ж.К., Аубакиров Е.А., Мылтықбаева Ж.К. Каталитическая переработка углей в жидкое топливо: механохимическая активация углей // VII Российская конференция “Механизмы каталитических реакций”. - Новосибирск, 2007. - С. 270-272.
34. Каирбеков Ж.К., Аубакиров Е.А., Мылтықбаева Ж.К. Гидроочистка угольных дистиллятов в мягких условиях на Ni-скелетных катализаторах // Межд конференций РФФИ “Фундаментальная наука в интересах развития критических технологий”. - Владимир, 2006. - С. 98-102.
35. Kairbekov Zh. K., Aubakirov E.A., Myltykbaeva Zh.K. Tendention of the quality increasing of the hydrogenation process of liquid products // XVIII The convention Mendeleev's on the general and applied chemistry. - Moskow, 2007. - S. 1550.

36. Аубакиров Е.А. Ожижение угля и получение моторных топлив, технических продуктов из угольных дистиллятов с применением каталитических гидрогенизационных процессов: дисс. д-ра хим. наук. Алматы, 2007. - 257 с.

## **КӨМІРДЕН СҮЙЫҚ ӨНІМДЕРДІ ӨНДІРУДІҢ ЗАМАНАУИ БАҒЫТТАРЫ**

Ж. Қайырбеков

Берілген жұмыста көмірді гидрогендеу технологиясын жетілдірудің, сонымен қатар ғылыми-зерттеу және өндірістік –тәжірибе жұмыстарының қазіргі заманғы жағдайларына шолу жасалған. Көмірді гидрлеу кезіндегі оған алдын-ала озонлиз, химиялық, механикалық және радиациялық әсерлерінің жаңа химиялық технологиялар мен материалдар ҒЗИ-да алынған ғылыми-зерттеу жұмыстарының негізгі нәтижелері талқыланды. Жаңа химиялық технологиялар мен материалдар ҒЗИ-да жасалынған көмірді гидрогендеу процессін анағұрлым белгілі шетелдің көмірді сұйылту процесімен салыстырмалы мәліметтері келтірілген. Көмірді гидрлеу арқылы мотор отындарын қазақстандық технология арқылы алу АҚШ, Германия, Жапония, Ұлыбритания және Ресей мемлекеттерінде жасалған процестермен салыстырғанда бірқатар артықшылыққа ие екендігі көрсетілген.

## **THE MODERN ASPECTS OF PRODUCTION OF LIQUID PRODUCTS FROM COAL**

Z. Kairbekov

The paper represents a review about research and pilot projects on technology of perfection of hydrogenation coals. The main results of research were received in SSE of research institute of new technologies and materials (RI NT and M) at al-Farabi KazNU on influence preliminary ozonolysis, chemical, mechanical and radiating impact on behavior of coal at its hydrogenation. Data on the most approved foreign processes of a catalytic liqefaction of coal in comparison with process of a hydrogenation of the coal, developed in SRI NT and M are represented. It is shown that the Kazakhstan's technology of receiving motor fuels by hydrogenation of coals has a number of advantages in comparison with the processes developed in the USA, Germany, Japan, Great Britain and Russia.

УДК 543.5

## **ЭЛЕКТРОХИМИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ**

Р.Н. Матакова, К.Ж. Сагадиева

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы

*Дана динамика и основные результаты многолетних исследований поведения редкоземельных элементов в электродных процессах на жидких, твердых и твердожидких электродах в водных и минерально-органических растворах.*

Для Казахстана одним из приоритетных направлений развития народного хозяйства в 21 веке является развитие редкометальной и редкоземельной отрасли цветной металлургии. Что касается редкоземельных металлов, республика обладает значительными сырьевыми запасами для их производства. Кундыбайское месторождение в Костанайской области представлено минералами черчит, бастнезит, рабдофанит, источником редкоземельных металлов являются некоторые сорта каменных углей (месторождение «Қаражыра» в Восточно-казахстанской области), природные шунгиты, фосфаты, фториды и др. Между тем, в Казахстане совершенно не развито производство чистых редкоземельных металлов и отраслей их использующих, что оборачивается потерей миллиардных долларовых поступлений в бюджет государства и отставанием республики от индустриально развитых стран мира.

Сегодня во всем мире растут масштабы производства и потребления редких и редкоземельных металлов, даже Япония, практически не имеющая сырьевых источников, является одним из основных их производителей и потребителей.