

УДК 66-9+661.7

ОЖИЖЕНИЕ БАРЗАССКОГО САПРОМИКСИТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕТРАЛИНА И ОТХОДОВ РТИ

Осипов А.В., аспирант гр.ТПа-231, III курс

Зябрев А. С., аспирант гр.ТПа-231, III курс

Ушаков К.Ю., к.т.н., доцент кафедры теплоэнергетики КузГТУ

Кузбасский государственный технический университет имени

Т.Ф.Горбачёва

г. Кемерово

Один из ключевых методов прямого преобразования угля в жидкие продукты с использованием процесса гидрирования — это метод Бергиуса, разработанный Фридрихом Бергиусом в 1913 году. С 1910 по 1927 годы этот метод был усовершенствован и в итоге способствовал строительству двенадцати заводов, которые с 1927 по 1943 год производили в Германии около 100 000 баррелей нефти в день из угля во время Второй мировой войны. В 1930-х годах на территории СССР также открылись заводы в Москве и Кемерово. После 1948 года в СССР были открыты крупные месторождения нефти, и началось активное использование угля в промышленной энергетике, что не способствовало дальнейшему развитию технологии получения жидких продуктов из угля [1]. Однако тенденции, складывающиеся в современной энергетике, по снижению антропогенной нагрузки при производстве энергии приводят к снижению потребления угля в энергетических целях и необходимости развития альтернативных направлений его использования. Ожижение угля представляет собой один из ключевых процессов в области химической технологии, направленный на получение жидких углеродсодержащих продуктов из угля. Современные исследования в этой области сосредоточены на разработке новых технологий и методов, способствующих повышению выхода и качества жидких продуктов [2].

Ранее авторами в составе научного коллектива были проведены исследования с использованием углей Барзасского месторождения, которые показали его перспективность как сырья для процесса ожижения, так как они содержат в себе большое количество водорода (около 10 масс.%) и имеют высокий выход летучих (более 50 масс.%) [3], при ожижении угля в среде водорода максимальный выход жидкого продукта составляет около $\sim 37,7$ масс.% при температуре 475°C и давлении 8 МПа [4,5]. Одним из наиболее перспективных направлений повышения выхода жидких продуктов является — использование растворителя - донора водорода в процессах прямого ожижения угля. Авторами определено, что добавление тетралина позволяет увеличить выход жидкого продукта до 55-60 масс.% при температуре 450°C и давлении 12-13 МПа в соотношениях уголь/тетралин= 1:2 и 1:4 соответственно [6,7].

Однако ввиду высокой стоимости тетралина, остаётся актуальным вопрос об экономической целесообразности данного процесса.

С этой целью в работе рассматривается возможность замены дорогостоящего тетралина на пиролизная жидкость (ПЖ) – жидкость полученная в результате пиролиза резинотехнических изделий (крошка шины карьерного самосвала). Экспериментальные исследования процесса ожижения производились на химическом реакторе R-201 высокого давления (300 атм.) объемом 250 мл. от компании ООО «НОЛБЕР». В качестве модельного угольного сырья в экспериментальных в работе использовались барзасские сапромикситы. В качестве водорододонорных растворителей были использованы тетралин (серия экспериментов УТ) и жидкий продукт процесса пиролиза РТИ (Серия экспериментов УПЖ). Время выдержки процесса составляло 20 минут, при температурах 425-450 градусов и давлении 5,8-8,5МПа в атмосфере водорода. Результаты экспериментальных исследований сведены в таблице 1.

Таблица 1. Выходов продуктов процесса ожижения

Сырьё уголь:раств.	T	P	m_c^o	m_c^t	m_l^o	m_{LP}^t	Y_{CR}^{OMY}	Y_G^{OMY}	Y_{LP}^{OMY}	Y_{LP+G}^{OMY}
У-1 1:0	456	6,0	30,00	21,55	-	-	46,29	38,86	14,85	53,71
УТ-1 1:2	460	7,1	30,00	21,65	59,85	56,25	51,66	15,81	32,54	48,34
УТ-2 1:2	452	12, 1	59,90	31,75	120,0 0	132,3	16,90	9,65	73,45	83,10
УТ-3 1:1	468	7,3	30,00	25,60	29,95	23,85	62,11	21,39	16,50	37,89
УПЖ-1 1:1	425	6,2	20,00	18,06	20,00	13,45	17,92	26,58	55,50	82,08
УПЖ-2 2:1	425	6,4	27,00	18,93	13,00	11,15	11,62	35,62	52,76	88,38
УПЖ-3 1:2	425	5,9	13,00	12,32	27,00	19,76	4,84	21,13	74,03	95,16

Примечание: T(°C) и P(МПа) – значение давления и температуры в процессе реакции; Y_G^{OMY} – выход газообразных продуктов, образующихся из угля при его ожижении, в пересчете на ОМУ (масс.%); Y_{LP}^{OMY} – выход жидких продуктов, образующихся из угля при его ожижении, в пересчете на ОМУ (масс.%); Y_{CR}^{OMY} – выход углеродного остатка, образующегося из угля при его ожижении, в пересчете на ОМУ (масс.%); m_c^o – количество исходного угля (г); m_c^t – количество отфильтрованных твердых смолосодержащих продуктов ожижения угля (г); m_l^o – количество исходного растворителя (тетралина) (г); m_{LP}^t – количество жидких продуктов, выделенных после фильтрации твердых смолосодержащих продуктов ожижения угля (г); Среда обработки - H_2 .

По результатам экспериментальных исследований определено, что при ожижении угля без растворителя выход жидких продуктов составил порядка 14,85 масс.%, использование тетралина способствует увеличению выхода жидкого продукта до 73,45 масс.% и снижению выхода газообразных продуктов с 38,89 масс.% до 9,65 масс.%. Наибольший выход жидкого продукта в процессе ожижения являлся наблюдался при давлении 12-13 МПа, температуре 450°C и соотношении уголь/тетралин = 1/2.

В свою очередь при использовании жидкий продукт процесса пиролиза РТИ в качестве растворителя-донора водорода было установлено:

незначительно, но увеличивается выход жидких продуктов с 73,45масс.% до 74,03масс.%, а при соотношении уголь/растворитель 1:1 выход жидких продуктов был более чем в три раза больше, чем в экспериментальных исследованиях с тетралином;

смягчаются условия протекания процесса, так максимальный выход жидкого продукта был получен при температуре 425°C и давлении до 6-6,5 МПа.

Осуществление процесса прямого ожижения углей совместно с использованием жидких продуктов пиролиза РТИ в качестве гидроароматического растворителя позволяет повысить эффективность прямого ожижения, а так же способствует частичному решению экологической проблемы, связанной с накоплением и необходимостью утилизацией отходов РТИ.

Список литературы:

1. Моторное топливо из шахты/ И.Чуднов// журнал «Уголь Кузбасса» 2010г.
2. Современные процессы переработки угля/ Николава С.В., Латыпова Ф.Н., Шавшукова С.Ю.// Башкирский химический журнал, 2009г.
3. Сапропелиты Барзасского месторождения Кузбасса / Грицко Г.И., Каширцев В.А., Кузнецов Б.Н. и др. (под ред. акад. А. Э. Конторовича). – Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2011. – 126 с.
4. Термические превращения Барзасских углей при их ожижении в различных средах/ Ушаков К.Ю., Петров И.Я., Богомолов А.Р., Трясунов Б.Г. // XI Менделеевского съезда по общей и прикладной химии. В 6 т. Т.4: тез. Докл. – Санкт-Петербург, 2019г.
5. Процессы переработки низкометаморфизованных Барзасских углей в жидкие углеводороды/ Ушаков К.Ю.// Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, Кемерово 2022г.