УДК 338.45:662.74(571.17)

Филь Елизавета Сергеевна, студентка гр. ХНм-251
(КузГТУ, г. Кемерово)

Fil Elizaveta Sergeevna, student of group KhNm-251
(KuzSTU, Kemerovo)

УГЛЕХИМИЯ КАК ФАКТОР СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ КУЗБАССА: ОТ ЭКСПОРТА СЫРЬЯ К ПРОИЗВОДСТВУ АММИАКА

COAL CHEMISTRY AS A FACTOR IN THE SOCIO-ECONOMIC SUSTAINABILITY OF KUZBASS: FROM RAW COAL EXPORTS TO AMMONIA PRODUCTION

Аннотация. Рассматриваются перспективы производства аммиака из углей Кузбасса как направления диверсификации региональной экономики. Обсуждаются технологические предпосылки, занятость, промышленная кооперация, логистика и ограничения проекта.

Abstract. The prospects for producing ammonia from Kuzbass coal as a direction for diversifying the regional economy are being considered. Technological prerequisites, employment, industrial cooperation, logistics, and the project's limitations are discussed.

Значительные запасы каменного угля формируют для Кузбасса очевидное ресурсное преимущество. Однако наличие сырья не означает, что региональная экономика автоматически становится устойчивой. При ориентации на добычу и вывоз угля предприятия зависят от внешнего спроса, пропускной способности железнодорожной инфраструктуры, тарифов и стоимости перевозки, а также условий реализации на удаленных рынках. Когда логистические ограничения усиливаются, часть потенциального дохода от использования ресурса может формироваться за пределами региона [1]. В этой ситуации одним из возможных направлений структурного развития становится расширение глубокой переработки угля непосредственно в Кузбассе.

Использование угля в качестве сырья для производства аммиака позволяет связать добывающий сектор с химической промышленностью, сельским хозяйством, машиностроением и транспортной инфраструктурой. Сам аммиак служит сырьем для производства азотных удобрений, азотной кислоты, аммиачной селитры и других продуктов азотной химии. Если вместо реализации рядового угля регион производит химическую продукцию,

число этапов переработки, потенциально выполняемых на его территории, возрастает. Но это еще не означает высокую эффективность проекта. Итоговая оценка эффективности зависит от стоимости сырья и энергоресурсов, доступности воды, цены оборудования, затрат на газоочистку, объема капитальных вложений и наличия устойчивого рынка сбыта [2].

Экономический результат глубокой переработки необходимо оценивать через формирование добавленной стоимости по всей производственной цепочке. Простое сопоставление условной цены тонны угля и тонны аммиака не отражает реальной экономики процесса. К добыче и подготовке сырья здесь добавляются измельчение, газификация, очистка и конверсия синтез-газа, синтез аммиака, а при наличии необходимых мощностей – выпуск удобрений. Возникает потребность в ремонте и сервисе оборудования, лабораторном контроле, автоматизации, инженерных услугах, водоподготовке и обучении персонала. Если часть этих работ выполняется местными организациями, экономический эффект распространяется за пределы самого предприятия и вовлекает смежные производства.

Методическая основа рассмотрения проблемы включает системный анализ производственной цепочки – от добычи и подготовки угля до получения аммиака и возможных продуктов его дальнейшей переработки. Социально-экономические последствия рассматриваются по нескольким взаимосвязанным направлениям: формирование добавленной стоимости, изменение занятости, развитие межотраслевой кооперации, структура грузопотоков и зависимость от внешних технологических поставок. Такой подход позволяет рассматривать эффект проекта не только на уровне отдельного предприятия, но и в масштабе региональной экономики. Научно-практическая значимость работы состоит в объединении технологических предпосылок производства аммиака с условиями его региональной экономической эффективности.

Логистическую составляющую тоже нельзя сводить к сокращению расстояния перевозки угля. Для корректного сравнения необходимо учитывать массу и объем каждого материального потока, его стоимость и направление транспортировки. Размещение перерабатывающего производства рядом с добывающими предприятиями может уменьшить вывоз части исходного сырья и изменить структуру грузопотоков. В то же время самому комплексу потребуется кислород, реагенты, запасные части и технологическое оборудование. Готовый аммиак тоже необходимо доставлять потребителям с соблюдением специальных условий транспортировки и хранения. Следовательно, наличие логистической экономии должно быть подтверждено схемой снабжения и сбыта конкретного проекта. Рассматривать ее как заранее гарантированное снижение всех транспортных расходов нельзя.

Выбор технологической схемы в значительной степени определяется неоднородностью угольной базы региона. В рамках исследования рассмотрены каменные угли марок Д, Г, Ж и К [3]. У марок Д и Г отмечены высокая

реакционная способность и значительный выход летучих веществ – при низкотемпературной переработке это может сопровождаться образованием метана, смол и фенольных соединений. Угли Ж и К характеризуются более высокой теплотой сгорания и относительно низкой зольностью, но обладают выраженной спекаемостью. Последнее обстоятельство ограничивает применение газогенераторов с неподвижным и кипящим слоем.

Для рассмотренных марок угля в качестве предпочтительного варианта предложена газификация в пылевидном потоке при температуре 1300–1600 °С и давлении 2,0–8,0 МПа [3]. Сырье измельчают до размера частиц менее 0,1 мм и подают в реактор водной суспензией либо сухим способом. В условиях высокой температуры разлагаются смолистые и фенольные соединения, а минеральная часть выводится из реактора в форме жидкого шлака. Такой режим позволяет рассматривать переработку как неспекающихся, так и спекающихся марок угля. При этом состав угольной смеси и параметры процесса должны определяться по результатам испытаний, а не только на основании усредненных характеристик сырья.

Выработка синтез-газа не завершает подготовку сырья к синтезу аммиака. При газификации сера угля переходит в газовую фазу, в том числе в виде сероводорода и карбонилсульфида, а органический азот может служить источником аммиака и цианистого водорода. Все эти примеси необходимо удалять до каталитических стадий, так как они могут снижать активность катализаторов и выступать в качестве каталитических ядов. Поэтому затраты на очистку нельзя считать второстепенной статьей расхода: качество подготовки газа, расход реагентов и надежность оборудования непосредственно отражаются на себестоимости и устойчивости производства аммиака. Полная экономическая модель должна охватывать всю цепочку газоподготовки [3].

Анализ патентной документации ориентирован на технические решения по газификации каменных углей, удалению сернистых соединений и цианистого водорода, а также каталитической конверсии оксида углерода. Для Кузбасса особый интерес представляет патент RU 2798765 C1 «Технологическая схема производства аммиака из каменных углей с улавливанием углекислого газа», опубликованный 15 февраля 2023 года [4]. Данное решение представляет собой систему, объединяющую газификацию, очистку, конверсию и синтез. Наличие патента подтверждает проработанность технического подхода, но не заменяет технико-экономического обоснования строительства и эксплуатации промышленного объекта.

Социально-экономический эффект такого производства связан не только с числом новых рабочих мест. Не менее существенна их структура – помимо персонала добывающего комплекса, потребуются операторы технологических установок, инженеры по автоматизации и промышленной безопасности, специалисты химико-аналитических лабораторий, водоочистки и газового хозяйства, работники ремонтных служб и контроля качества

продукции. Это расширяет спектр квалифицированной занятости в регионе и может повысить спрос на выпускников технических и естественно-научных направлений. Однако такой результат не возникает сам по себе – подготовка и переподготовка кадров должны быть связаны с требованиями конкретного производства.

Развитие углехимии не предполагает одномоментной замены рабочих мест в угледобыче. Речь идет о появлении дополнительных видов деятельности и постепенном снижении зависимости отдельных территорий от одного сектора. Наиболее заметный эффект возможен, если предприятие будет встроено в существующую хозяйственную среду. При недостаточном взаимодействии с местными предприятиями новый завод может остаться обособленным производственным объектом, ориентированным преимущественно на закупку оборудования, технологий и услуг за пределами Кузбасса.

Кластерная модель позволяет рассматривать производство аммиака не как отдельную установку, а как ядро более широкой промышленной кооперации. В нее могут войти предприятия по выпуску азотных удобрений и других азотсодержащих продуктов, машиностроительные и ремонтные организации, лаборатории, инженерные компании и образовательные учреждения. Связи между такими участниками помогают удерживать часть добавленной стоимости в регионе и расширять специализацию предприятий. Для формирования кластера мало территориальной близости организаций. Помимо этого, необходимы подтвержденный спрос, транспортная инфраструктура, достаточные энергетические и водные ресурсы, согласованные инвестиционные решения и долгосрочные договоренности между участниками [5].

Отдельное условие устойчивости проекта – технологическая независимость. Угольный маршрут производства аммиака требует газифицирующих установок, систем очистки синтез-газа, компрессорного оборудования, катализаторов, средств автоматизации и контрольно-измерительной аппаратуры. Если предприятие зависит от одного зарубежного поставщика оборудования или расходных материалов, это создает риски для непрерывного производства, ремонта и последующей модернизации. На сегодняшний день в России уже существуют патентные разработки в области газификации в пылевидном потоке, очистки синтез-газа и катализаторов конверсии. Их дальнейшее развитие и промышленная апробация способны укрепить национальную инженерную базу. Однако фактический уровень локализации следует устанавливать по номенклатуре оборудования, происхождению комплектующих и условиям сервисного обслуживания [6-8].

При оценке перспектив углехимического проекта необходимо учитывать его капиталоемкость и высокую потребность в энергии. Помимо газифицирующей установки и оборудования синтеза, требуются надежное энергоснабжение, системы водоподготовки, очистные сооружения, инфраструктура безопасного хранения аммиака и транспортные мощности.

Существенные расходы связаны и с удалением сернистых и азотсодержащих примесей из синтез-газа, обращением с CO_2 и шлаком. Если перечисленные объекты и операции не заложены в проект на начальной стадии, расчет капитальных затрат и эксплуатационных рисков окажется неполным.

Экологические требования непосредственно влияют на долгосрочную экономику производства. При отсутствии улавливания CO_2 угольный маршрут может сопровождаться значительными выбросами парниковых газов. В патенте RU 2798765 C1 улавливание углекислого газа включено в технологическую схему, но для конкретной установки необходимо определить степень улавливания, дополнительные энергозатраты и дальнейшее обращение с выделенным потоком. Соответственно, возможность применения шлака в строительстве также должна быть подтверждена испытаниями на безопасность, а организация водооборота – проектными решениями по очистке конденсатов и сточных вод. Природоохранные мероприятия следует учитывать как обязательные элементы производственной модели, а не как дополнительные расходы, которые можно определить после выбора основного оборудования [3].

Производство аммиака из углей Кузбасса может стать одним из вариантов усложнения промышленной специализации региона. Среди возможных эффектов – увеличение числа технологических переделов, появление инженерных рабочих мест, формирование спроса на услуги местных предприятий и изменение структуры грузопотоков.

Для Кузбасса целесообразно рассматривать поэтапную проработку углехимического комплекса, опираясь на местную сырьевую базу, отечественные инженерные разработки и научные организации. В таком случае предметом оценки станет не только планируемый объем аммиака, но и распределение работ, компетенций и добавленной стоимости между участниками производственной цепочки. Вместе с тем количественная оценка перечисленных эффектов требует разработки конкретной проектной модели. Для обоснования экономической состоятельности углехимического комплекса необходимы материальный и энергетический балансы, расчеты капитальных и эксплуатационных затрат, оценка потребности в инфраструктуре, анализ логистики сырья и готовой продукции, а также проработка сценариев сбыта. Социальный результат проекта должен подтверждаться конкретными планами по созданию рабочих мест, подготовке специалистов и развитию промышленной кооперации.

Список литературы:

1. Рогалев Н. Д. Угольная энергетика России: что делать / Н. Д. Рогалев, В. В. Молодюк, Я. Ш. Исамухамедов // Библиотечка электротехника. – 2026. – № 4 (328). – С. 117.

2. Сосна М. Х. Современное состояние и перспективы развития производства аммиака в России / М. Х. Сосна, М. А. Голдобина //

Нефтегазохимия. – 2018. – № 4. – Текст : электронный. – Адрес в сети Интернет: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-sostoyanie-i-perspektivy-razvitiya-proizvodstva-ammiaka-v-rossii

3. Филь Е. С. Технологические аспекты получения синтез-газа для производства аммиака из каменных углей / Е. С. Филь ; науч. рук. А. В. Тихомирова // XVIII Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых «РОССИЯ МОЛОДАЯ» (21–24 апреля 2026 г., г. Кемерово): сборник материалов. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2026. – С. 63709.1–63709.5. – URL: https://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM/2026/RM26/pages/Articles/63709.pdf. – Текст: электронный.

4. Уткин В. В., Гончар Ю. М., Иванов Ю. А., Назаров Э. К., Барышева Г. А., Шустов В. В., Логинов Н. Д. Технологическая схема производства аммиака из каменных углей с улавливанием углекислого газа : патент 2798765 Рос. Федерация. – опубл. 15.02.2023. – Текст : электронный // ФИПС : Федеральная служба по интеллектуальной собственности : [сайт]. – URL: https://www1.fips.ru/

5. Абашкин В. Л. Инновационные и промышленные кластеры в нефтегазовом секторе : доклад / В. Л. Абашкин, А. В. Березной, Л. М. Гохберг [и др.]. – Москва : Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2022. – 86 с.

6. Курилов Д. С. Влияние санкционных ограничений на развитие нефтегазовой отрасли Российской Федерации / Д. С. Курилов // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика. – 2024. – № 4 (342). – Текст : электронный. – Адрес в сети Интернет: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-sanktsionnyh-ogranicheniy-na-razvitie-neftegazovoy-otrasli-rf

7. Клишин В. И. Роль и место Института угля Федерального центра угля и углехимии СО РАН в научном обеспечении Кузбасса / В. И. Клишин // Горная промышленность. – 2018. – № 4 (140). – Текст : электронный. – Адрес в сети Интернет: https://cyberleninka.ru/article/n/rol-i-mesto-instituta-uglya-federalnogo-tsentra-uglya-i-uglehimii-so-ran-v-nauchnom-obespechenii-kuzbassa

8. Пармон В. Н. Катализ и энергетика. Опыт Института катализа им. Г. К. Борескова СО РАН / В. Н. Пармон // Энергия: экономика, техника, экология. – 2017. – № 22. – Текст : электронный. – Адрес в сети Интернет: https://cyberleninka.ru/article/n/kataliz-i-energetika-opyt-instituta-kataliza-im-g-k-boreskova-so-ran .