

# АТОМНО-ВОДОРОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА БАЗЕ ВТГР

С. А. Фатеев<sup>1</sup>, В. В. Петрунин<sup>1</sup>, Н. Н. Пономарев-Степной<sup>2</sup>, И. В. Маров<sup>2</sup>

<sup>1</sup>АО «ОКБМ Африкантов», Нижний Новгород, Россия

<sup>2</sup>АО «Концерн Росэнергоатом», Москва, Россия

В настоящее время одной из ключевых целей Госкорпорации «Росатом» является развитие технологий в области атомно-водородной энергетики, которая относится к одному из стратегических направлений развития российской атомной отрасли.

Основной задачей развития в области водородных технологий является реализация инвестиционного проекта сооружения атомной энерготехнологической станции с высокотемпературным газоохлаждаемым реактором и химико-технологической частью для производства водородосодержащей продукции методом конверсии углеводородов. Продуктовая линейка с атомной энерготехнологической станции состоит из водорода, аммиака, карбамида. Конечный продукт будет определен потенциальным потребителем.

На данный момент разработан технический проект реакторной установки и определена площадка размещения станции, на 2024 г. запланирована разработка материалов обоснования инвестиций проекта. Ввод в опытно-промышленную эксплуатацию атомной энерготехнологической станции согласно дорожной карте проекта ориентировочно определен на 2035 г.

В рамках эффективной отработки технических и конструктивных решений кооперацией предприятий проводятся научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по топливу, графиту, высокотемпературным материалам, технологиям изготовления элементов и узлов основного оборудования реакторной установки, верификации расчетных кодов, ведутся работы по разработке и доработке нормативной базы, разрабатывается концепция обращения с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами.

По жаропрочному никелевому сплаву ХН55МВЦ (ЧС57) выполняется отработка технологии изготовления требуемого сортамента и технологии сварки, получение характеристик длительной прочности (до  $5,0 \cdot 10^5$  ч), проведение аттестационных испытаний (до  $t = 950^\circ\text{C}$ ) и его сварных соединений и включение в перечень основных материалов (срок – 2028 г.).

По графиту выполняется доработка технологии изготовления крупногабаритных графитовых заготовок, проектирование, изготовление необходимого оборудования, доработка и модернизация технологических процессов и оборудования, изготовление опытно-промышленных партий графитовых заготовок, проведение дореакторных, реакторных и послереакторных испытаний и исследований физико-механических, теплофизических и ядерных свойств графита в интервале температур от 20 до  $1600^\circ\text{C}$ , проведение работ по аттестации графита (срок – 2027 г.).

По теплоизоляции проводятся исследования физико-механических, теплофизических, ядерных свойств, пыли- и газовыделений (срок – 2027 г.).

На текущем этапе проработок выполнены предварительные оценки затрат на сооружение двухблочной станции. Капитальные затраты двухблочной атомной энерготехнологической станции с учетом включения в химико-технологическую часть аммиачного блока оцениваются в размере 550–600 млрд руб. в ценах 2023 г. без НДС, при условии производства карбамида капитальные затраты увеличиваются и составят порядка 700–750 млрд руб. в ценах 2023 г. без НДС. Себестоимость продукции при стандартном налогообложении варьируется: аммиак – порядка 19 руб./кг, карбамид – порядка 14 руб./кг в ценах 2023 г. без НДС. При оптовых ценах на закупку электроэнергии и природного газа и с учетом преференций по налогу на имущество (снижение налога до 0% в течение 10 лет), по налогу на прибыль (снижение налога до 0% в течение 10 лет) себестоимость продукции ориентировочно снижается на 12%: аммиак – 16,9 руб./кг, карбамид – 12,3 руб./кг.

С учетом ставки дисконтирования 7% приведенная стоимость аммиака и карбамида оценивается 27,5 и 20 руб./кг соответственно.

Экономическая эффективность проекта и основные показатели проекта, включая тариф на продажу продукции, будут рассчитаны генеральным проектировщиком станции не ранее 2026 г.