

## **Перспективы и актуальные проблемы цифровизации водородной энергетики**

Глобальная цель цифровизации в области тепловой энергетики – создание единой сетевой инфраструктуры, которая будет контролировать и адаптировать под изменяющиеся условия рынка процессы, протекающие на всех стадиях проектирования, изготовления и сборки, пуско-наладочных работах и непосредственно в процессе эксплуатации водородных комплексов.

Для грамотной организации сетевой инфраструктуры необходимо быть готовыми дать ответ на следующие вопросы.

Во-первых, какие преимущества могут дать методы цифровизации в тепловой энергетике? Во-вторых, какие цели могут быть достигнуты при внедрении методов цифровизации? В-третьих, какие методы цифровизации находятся на высоком уровне развития, а какие требуют вложения дополнительных ресурсов? В-четвертых, имеются ли высококвалифицированные специалисты в области тепловой энергетики, обладающие достаточными знаниями и опытом работы с информационными технологиями для обеспечения внедрения методов цифровизации.

На всех этапах производства энергии или водородного топлива формируется большое количество данных, собранных с контрольно-измерительных приборов, которые должны быть проанализированы, обработаны и структурированы для последующего хранения. Проблема обработки большого объёма информации, собираемой на крупных объектах тепловой энергетики, может быть решена введением методов цифрового анализа при использовании производительных вычислительных машин.

Для реального внедрения методов цифровизации в части обработки большого объема данных требуется постоянное обновления парка вычислительных машин и подготовка специалистов в смежных областях знаний между теплофизикой и информационными технологиями. Отсюда

вытекает необходимость в создании соответствующих направлений подготовки, на которых будет происходить не формальное обучение основам той или иной смежной дисциплины преподавателями теплофизиками, а передача углубленных знаний и практических навыков IT-специалистами. Очевидно, что организовать углубленное изучение термодинамики на специальностях информационных технологий не представляется возможным ввиду сложности их освоения.

Невозможно представить обработку и сбор данных без вычислительных мощностей. Наиболее актуальная проблема в этой связи – отсутствие отечественной конкурентноспособной процессорной архитектуры и собственного сегмента промышленности по обработке кремния для создания кристаллов процессоров. С программной точки зрения имеются проблемы в разработке отечественной операционной системы. В данном вопросе, несмотря на имеющиеся на первый взгляд перспективы использования UNIX-подобных систем с открытым исходным кодом, на данный момент не имеется никакого аналога повсеместно используемой операционной системе MS Windows, что ставит вопрос достижения целей цифровизации под сомнение.

Следует отметить, что отечественная компания «РусБИТех-Астра» создала и поддерживает дистрибутив Astra Linux, который разработан на фоне проведения программы импортозамещения. Однако, имеется ряд проблем, которые значительно снижают вероятность реализации данной программы и достижения целей, которые в ней поставлены.

Во-первых, дистрибутив Astra Linux распространяется на коммерческой основе, поэтому возникает ситуация, в которой удобство использования и наличие прикладных программ для MS Windows ставит под сомнение необходимость такого перехода не только в частных учреждениях, но и в государственных структурах с учетом наличия большого числа международных свободно распространяемых дистрибутивов Linux.

Во-вторых, для должного оснащения рабочих мест сотрудников инженерного профиля потребуется установка и настройка программных продуктов для создания конструкторской документации и проведения расчетов. На сегодняшний день для UNIX-подобных систем не существует всего спектра востребованного программного обеспечения, а имеющиеся отдельные программные продукты не удобны и далеки от идеала в плане функциональности.

В-третьих, широкое распространение операционной системы MS Windows способствовало привыканию к запатентованным особенностям ее интерфейса и файловой системы. Это делает процесс перехода на специфический интерфейс UNIX-подобных систем долгим и болезненным для пользователя несмотря на то, что все UNIX-подобные системы обладают высоким уровнем безопасности и низкими требованиями к техническим характеристикам вычислительных машин.

В предыдущих лекциях были рассмотрены методы цифровизации для получения термодинамических свойств водорода, анализа работы агрегатов тепловой энергетики и способов хранения водорода. Внедрение изложенных программных методов работы с библиотеками свойств веществ, организации клиент-серверной архитектуры, разработка удобных многофункциональных интерфейсов человеко-машинного взаимодействия происходит крайне медленно. Во многих конструкторских и расчетных объединениях до сих пор используются таблицы и справочники, поскольку кадровый состав включает сотрудников старшего поколения и очень редко позволяет молодым специалистам, способным внедрить современные методы цифровизации, сделать это.

В передовых научных центрах с хорошо развитым криогенным хозяйством не реализованы методы автоматического управления и диспетчеризации, а если реализованы, то на очень низком уровне – формально. Операторы этих установок предпочитают выполнять запуск и вывод установки на расчетные параметры в ручном режиме, поскольку это занимает

меньше времени и происходит без возникновения непредсказуемых проблем, вызванных плохо отработанными алгоритмами. Усложняет ситуацию тот факт, что ни у поставщика и наладчика системы цифровизации процессов в установке, ни у заказчика нет кадров, одновременно обладающими специфическими знаниями о тепловых процессах, происходящих в установке, и о методах достижения требуемого уровня автоматизации.

Методы цифровизации не могут быть достигнуты в ситуации, когда автоматизация процессов получения данных основывается на измерительных приборах зарубежного производства, которые входят в состав крупных узлов автоматики. Это формирует определенную зависимость от технологий, без которых невозможно функционирование всей тепловой установки. Например, при использовании приборов автоматики, программные интерфейсы взаимодействия которых не относятся к свободно распространяемым, может возникнуть ситуация экономических или политических санкций. В таком случае использование этих технологий будет незаконным, а неиспользование – приведет к остановке работы всего производства. Последствия описанной ситуации требуют скорейшей разработки и создания отечественных аналогов всего спектра элементов автоматики.

Остро стоит вопрос организации транспортировки продуктов водородной энергетики заказчику. Для безопасной транспортировки готового продукта требуется соблюдение всех необходимых условия перевозки. Так, например, при перевозке водорода железнодорожным транспортом следует исключить возможность параллельного передвижения состава с жидким кислородом. Хотя данная ситуация маловероятна, тем не менее ущерб при возникновении такого события будет колоссальным. Предотвратить подобные ситуации можно при помощи цифровых методов логистики, позволяющих организовать и контролировать движение транспорта с особо опасным грузом на всем пути следования. Для этого может использоваться отечественная технология спутникового отслеживания и навигации ГЛОНАСС. На

основании данных о текущем положении специальные алгоритмы будут рассчитывать оптимальный маршрут дальнейшего передвижения, исключая пересечение продуктов водородного производства с сильными окислителями, а также позволит заказчику иметь актуальную информацию о сроках поставки.

Внедрение методов цифровизации в систему учета и хранения продукции водородной энергетики имеет хорошие перспективы. Например, введение цифрового паспорта, содержимое которого будет доступно в сети Internet по QR-коду или в RFID-метках с защищенным протоколом NFC без доступа к сети, для всех элементов установки тепловой энергетики.

Электронный паспорт изделия в перспективе может содержать следующую информацию: серийный номер; дату и время выпуска; название и реквизиты производства; номер смены и конвейера; данные о последней и предстоящей поверке или испытаниях. Кроме того, возможно упрощение контроля сбыта и приемки продуктов водородной энергетики, поскольку считывание происходит бесконтактно и может быть выполнено сразу для большого количества емкостей, покидающих территорию объекта.

Одной из важных проблем в использовании технологий RFID является безопасность. Первый вариант обеспечения безопасности – RFID-метки, работающие на большой дистанции только в режиме чтения. Такой вариант может применяться для маркировки изделий, данные о которых не требуют обновления или доступны в сети Internet. Второй вариант – RFID-метки, работающие на небольшой дистанции по протоколу NFC в режиме чтения и записи. При этом предоставление подробной изменяемой информации происходит без подключения к сети. Этот вариант может быть использован в тех случаях, когда требуется возможность изменения данных, но это не может быть использована в плохих целях. Внедрение этого метода цифровизации имеет хорошие перспективы, поскольку позволяет отследить весь цикл жизни изделия от момента его производства до утилизации, а также позволяет

исключить использование твердых копий документов во всех процессах разработки, производства и эксплуатации этого изделия.

Проведение цифровой трансформации с использованием разнообразных современных технологий должно базироваться на соответствующей цифровой платформе. Под цифровой платформой понимается совокупность данных, моделей и инструментов, информационно и технологически интегрированных в единую автоматизированную систему управления целевой предметной областью. Кроме того, данная платформа должна организовывать взаимодействие заинтересованных субъектов между собой. Для этого создаётся одна общая закрытая информационная сеть, в которой происходит сортировка и структурирование всех собранных данных, с возможностью непрерывного удалённого мониторинга работы разных отделов и подразделений производства.

Вокруг каждой цифровой платформы зарождается соответствующая экосистема цифрового предприятия, включающая в себя не только само предприятие, но и поставщиков ресурсов и комплектующих, потребителей, а также сервисные и эксплуатационные службы. Важно также, что при этом все данные об операционных процессах, их эффективности, управлении качеством и операционном планировании доступны в режиме реального времени в интегральной сети организации.

Такой подход обеспечивает мобильность, повышение скорости принятия решений и увеличение вариативности процессов в зависимости от потребностей потребителя.

Ранее оптимизация производства предполагала модернизацию его отдельных элементов и этапов. Цифровизация же – это трансформация обычного предприятия в цифровое, её можно рассматривать как глобальный процесс, включающий в себя обновление не только всех производственных этапов, но также всех сопутствующих видов деятельности компании: кадровой

политики; логистики; финансовой деятельности; эксплуатации производственных площадей.

В рамках цифровой трансформации обязательно ведутся активные работы с интернетом вещей или в данном случае с «Промышленным интернетом вещей», концепция которого заключается в передаче данных между физическими объектами, оснащёнными встроенными средствами и технологиями для взаимодействия друг с другом или внешней средой.

При выполнении задач посредством цифровой трансформации достигается более высокий уровень производительности труда, кооперации, совместной работы, контроля качества, поддержки и прогнозируемости результатов производства. Благодаря этому появляется возможность кардинального повышения прибыли, конкурентоспособности и общей рыночной стоимости предприятия.

В практическом применении сквозных технологий безопасности работы водородных энергетических установок возможна полная или частичная цифровизация разнообразных контрольно-измерительных аппаратов в узлах установки. Через них проходит диспетчеризация и контроль важных для цикла параметров, что напрямую влияет на безопасность водородной установки. При управлении вручную в случае некорректной установки параметров на КИА может произойти аварийная или внештатная ситуация.

Также цифровую безопасность можно рассматривать глобально как безопасность целого предприятия — это понятие должно охватывать все сферы жизнедеятельности компании. Хакерские атаки до сих пор являются серьезной проблемой, особенно для крупных предприятий. Сотни компаний сталкиваются с попытками несанкционированного проникновения в корпоративный периметр и в технологические системы управления. Учитывая глобальную цифровизацию, предприятие должно иметь полную защиту от любых подобных попыток получения несанкционированного доступа. Для

этого разрабатывается внутренняя система безопасности закрытой информационной сети водородного производства.

В рамках цифрового проектирования, математического моделирования и управления жизненным циклом изделия или продукции (Smart Design) можно выделить следующую основную задачу: необходимо в кратчайшие сроки организовать средства получения технологических параметров с работающих в настоящее время водородных установок для формирования массива данных и их анализа в рамках цифровизации будущего. На данный момент такими средствами в России не обеспечена ни одна компания. Однако в этом вопросе преуспели зарубежные крупные компании, которые активно разрабатывают и внедряют цифровые технологии для сбора и анализа данных на производстве.

В технологиях создания и исполнения децентрализованных приложений и смарт-контрактов не было практики реального применения в крупных сделках. В наше время данная технология активно используется для торговли в области искусства, интернет-ресурсов, игр, коллекционных вещей и утилит. Отсюда вытекает вопрос экономического обоснования данной технологии, так как на её содержание необходимо выделять большое количество финансовых ресурсов.

Технологии виртуальной и дополненной реальности активно развиваются, но стоимость специализированного профессионального оборудования достаточно высока. Это создает определённые проблемы с темпом внедрения этой технологии на водородных промышленных объектах. Данная технология имеет большие перспективы внедрения при повышении уровня доступности.

Для того, чтобы цифровизация водородной энергетики проходила успешно, необходимо повысить количество специалистов в данной отрасли. Требования к цифровым компетенциям специалиста в области «Водородной энергетике» включают следующие положения:



- Специалист должен понимать физические процессы, протекающие в установках водородной промышленности и уметь грамотно использовать собранные данные в цифровом пространстве;
- Специалист должен обладать навыками расчета и проектирования систем хранения и транспортировки водорода;
- Специалист должен уметь использовать в своей профессиональной деятельности современные программные комплексы для расчета и моделирования энергетических установок;
- Специалист должен обладать навыками расчета и проектирования энергетических машин, аппаратов и установок.

Исходя из вышесказанного, главной целью развития цифровизации водородной энергетики является повышение производительности, надёжности и автономности процессов получения, транспортировки и хранения водорода за счет сокращения времени на диспетчеризацию, сбор и хранения данных. Однако на сегодняшний день существует ряд проблем, препятствующих внедрению цифровых технологий в водородной энергетике, которые требуют внимания и соответствующих действий.

## ТЕЗИСЫ

В лекции рассмотрены перспективы внедрения цифровых технологий в процессы промышленного получения, транспортировки и хранения продуктов водородной энергетики. Показано, что внедрение методов цифровизации должны проводится в рамках единой цифровой платформы. Рассмотрены вопросы цифровой безопасности водородных установок, а также конфиденциальности передачи данных при использовании перспективных информационных технологий. Повышение темпов внедрения методов цифровизации могут быть достигнуты за счет подготовки кадров с приведёнными компетенциям в междисциплинарных областях. Описан ряд актуальных проблем, из-за которых усложняется процесс цифровизации водородной промышленности.