

Испытания системы электропитания ЦОДа



Сергей ЕРМАКОВ,
технический директор
компании ИНЭЛТ

Комплексным испытаниям всего ЦОДа предшествуют индивидуальные испытания отдельных элементов его инженерной инфраструктуры, в частности — системы электропитания. В данной статье рассматривается подход к испытаниям системы электропитания ЦОДа, как с классической архитектурой, в состав которой входит статический ИБП и дизель-генераторная установка (ДГУ), так и с динамической архитектурой, построенной на дизельных динамических источниках бесперебойного электропитания (ДДИБП).

И дизель-генераторы, и источники бесперебойного питания в ЦОДах зачастую представляют собой параллельные системы. Поэтому испытания планируются как индивидуальные испытания каждой установки в отдельности, после чего система испытывается в целом. При правильном подходе к строительству ЦОДа программа испытаний заранее согласовывается и утверждается, хотя на практике нередки случаи, когда заказчик инициирует их в самый последний момент, при отсутствии какой-либо программы — в этом случае испытания все равно проводятся, но в самом минимальном объеме, и уверенности в достоверности результатов испытаний у заказчика будет меньше.

Поэтому вопросы предварительного согласования программы и методик испытаний лучше решать заранее.

Подготовительные мероприятия

На что важно обратить внимание? На момент испытаний ЦОД в большинстве случаев представляет собой пустую, необжитую «коробку» с инженерной инфраструктурой. Для проведения испытаний системы электропитания заказчику очень важно решить вопросы моделирования нагрузки. Как правило, в качестве эквивалента нагрузки, которая ставится на объект во время испытаний, выбирают активную резистивную (термическую) нагрузку — обогреватели и вентиляторы.

Чем больше ЦОД, тем сложнее эта проблема. Трудность в том, что нагрузка для испытаний необходима на довольно короткий период времени, притом что ее мощность может быть довольно велика. Чтобы эту нагрузку подключить к системе электропитания, потребуется также провести мощные кабельные линии или шины.

Существует несколько путей решения этой задачи. Поскольку нагрузка требуется на короткие периоды времени, а стоит недешево, можно обратиться в компании, которые сдают такое оборудование в аренду. Данный вопрос необходимо решить еще на стадии подписания договора, чтобы четко разграничить финансовую ответственность.

Некоторые заказчики намеренно проводят комплексные испытания с сильным запозданием (иногда через полгода после запуска объекта в эксплуатацию). С одной стороны, они оптимизируют бюджет, потому что ЦОД уже наполнен «живой» нагрузкой и вопросы с эквивалентом нагрузки отпадают сами собой. А с другой стороны, генподрядчику, который строит дата-центр, деньги будут выплачены только после проведения комплексных испытаний, так что есть шанс, что с учетом инфляции и курсовой разницы экономия будет потеряна.

Запоздалые испытания чреватые еще и тем, что в течение этого длительного периода времени ожидания непонятен статус оборудования: кому оно принадлежит (заказчику, генподрядчику или производителю) и кто за него отвечает, — так как юридически оно в эксплуатацию еще не передано. Самое неприятное во всех этих случаях, если оборудование за время ожидания испытаний вышло из строя, — тогда вопрос с гарантией становится предметом «джентльменских договоренностей» и сопровождается определенными трудностями. Во избежание подобных рисков заказчику необходимо своевременно позаботиться о появлении на объекте эквивалента нагрузки, на которой будут проводиться испытания. Впоследствии эту нагрузку можно будет использовать при регламентных испытаниях ИБП, ДГУ или ДДИБП. Помимо организационного аспекта вопрос еще и в том, что проводить испытания на дорогом ИТ-оборудовании — достаточно рискованное занятие и лучше, если такой нагрузкой будет служить не «живой» работающий ЦОД, а ее эквивалент.

Решение о приобретении эквивалента нагрузки определяется во многом исходя из мощности дата-центра. Если ЦОД потребляет не очень большую мощность, то, соответственно, и дизельная электростанция не очень мощная, и нагрузка будет небольшой. В этом случае взять ее в аренду — не проблема. Если же речь идет о мегаваттной мощности, то это большие устройства, которые сложно транспортировать, устанавливать и подключать по временным схемам. Даже на московском рынке по аренде нагрузок очень мало компаний, которые могут предоставить такую. И если для испытаний потребуется мегаватт, то вовсе не факт, что он окажется в наличии в конкретный день. Повторюсь: о нагрузке стоит позаботиться заранее.

Согласно общему правилу, мощность эквивалентной нагрузки выбирается равной мощности самого крупного единичного элемента системы — с помощью нее можно испытать каждый элемент параллельной системы и все вместе. Нагрузки, как правило, никто не делает монолитными, они могут набирать мощность ступенчато. В бюджет придется заложить также расходы на транспортировку нагрузки и стоимость кабелей для подключения.

Заводские испытания

Хорошей практикой является заказ услуги заводских испытаний (Factory Acceptance Test, FAT), когда оборудование, которое будет эксплуатироваться в ЦОДе, проходит испытания на заводе-изготовителе. Если дело организовано правильно, то на заводе обязательно должна быть испытательная лаборато-

это сделать, необходим лабораторный автотрансформатор (ЛАТР). А таких устройств мощностью в несколько сотен киловатт — единицы во всем мире. И если система проверяется под нагрузкой большой мощности, то ЛАТР большой мощности — это экзотика, которую может себе позволить только завод.

Среди прочих испытаний оборудование может быть подвергнуто проверке на термическую устойчивость в тепловой камере, на жесткие перегрузки, на короткие замыкания или какие-то иные стресс-тесты. В заводских условиях эти испытания можно проводить гораздо более смело: если что-то случится, оборудование тут же починят. Но обычно ничего плохого с оборудованием не происходит, потому что предприятие к этим испытаниям относится очень серьезно. Ведь неуспех испытания чреват репутационными потерями. Тревожный

Испытания на заводе и испытания на объекте не заменяют друг друга

рия и тестовая площадка. На заводские испытания приглашаются представители заказчика; также могут быть приглашены представители проектировщика, генподрядчика.

Заводским испытаниям подвергается все оборудование, поставляемое под данный проект, или, в случае большой партии изделий, проводится выборочная проверка, когда наблюдателям, которые приезжают на заводские испытания, предоставляется возможность случайным образом выбрать оборудование среди моделей, готовых к отгрузке. Присутствуя на заводских испытаниях, представители заказчика могут переписать и затем сверить серийные номера поступившего на объект оборудования, которое подвергалось испытаниям.

На заводе испытывается, прежде всего, само оборудование. В заводских условиях могут быть проведены тесты, которые невозможно выполнить в иных условиях. Например, только в заводских условиях можно проверить, при каких диапазонах изменения напряжения ИБП переходит на аккумуляторную батарею. На площадке дата-центра невозможно добиться управляемого повышения либо понижения напряжения — чтобы

звонок, если заказчику отказывают в такой услуге. Это уже повод задуматься о правильности выбора поставщика.

Длительность полного цикла испытаний одного вида оборудования на заводе обычно составляет один рабочий день. Сроки удлиняются, если проверке подвергаются несколько видов оборудования.

Испытания на заводе и испытания на объекте не заменяют друг друга. Но после заводских испытаний фокус внимания на строящемся объекте можно перенести с характеристик самого оборудования на правильность монтажа, корректность проектных решений. Испытания FAT — необязательная, но желательная процедура, если строится ЦОД с высочайшей степенью ответственности. Хотя в условиях кризисных периодов этими испытаниями, к сожалению, часто пренебрегают.

Испытания на объекте

Еще раз хочется отметить, что складские испытания, как и заводские, не могут заменить те, что проводятся на объекте, когда оборудование установлено на площадке.

Программа испытаний ДГУ на объекте особых вопросов не вызывает.

Существует, например, ГОСТ 2106-96, который в части 11 разъясняет, какие бывают программы и методики испытаний. В этом документе четко определена терминология: например, какие испытания являются приемочными, а какие — приемо-сдаточными. Важно эти понятия не путать.

Еще один нормативный документ, ГОСТ Р 53178-2008 под названием «Установки электрогенераторные с бензиновыми, дизельными и газовыми двигателями внутреннего сгорания, методы испытания», есть не что иное как готовая программа испытаний — остается лишь соблюдать ее. В таблице для разных видов испытаний указано, для какого конкретно оборудования каждое из них проводится. В дата-центрах проходят только приемо-сдаточные испытания, включая некоторые виды функциональных испытаний (для каждой установки индивидуально). Проводить какие-либо дополнительные испытания помимо приемо-сдаточных нецелесообразно: устанавливаемое оборудование — серийное, и производитель еще на стадии разработки и изготовления, а также перед отгрузкой подвергал его всем необходимым видам испытаний; кроме того, у всех, как правило, есть сертификаты соответствия ГОСТ Р или Декларации о соответствии Техническому регламенту Таможенного союза, и ставить под сомнение решение компетентного органа по сертификации по меньшей мере неразумно.

Методика испытаний описывает общие условия, меры по обеспечению безопасности, требования к персоналу, перечень необходимых средств защиты, технологическую последовательность испытаний. Также описывается, какими приборами это будет обеспечиваться. Некоторые виды испытаний

требуют привлечения электроизмерительной лаборатории, которая имеет соответствующие допуски Ростехнадзора, работает по утвержденным методикам и пользуется метрологически поверенными приборами. Обычно в организации, занимающейся испытаниями, такая лаборатория есть; здесь проводят измерения; к отчетам прикладываются свидетельства о поверке приборов, а также лицензия на электроизмерительную лабораторию. В противном случае нанимается сторонняя лаборатория.

Некоторые из видов испытаний, указанных в ГОСТ Р 53178-2008, могут показаться излишними и унаследованы из старых изданий стандарта. Например, определение значений установившихся отклонений напряжения и частоты при неизменной нагрузке — это некий табличный параметр, который присутствует в спецификациях на оборудование. Он не зависит от проектного решения или качества монтажа, и испытывать его именно на самом объекте не имеет смысла. Поэтому в условиях сжатых сроков часть из перечисленных в этом ГОСТе видов испытаний можно сократить. Но в основном это хорошо продуманный и актуальный стандарт, который необходимо соблюдать.

В отношении ДГУ или ДДИБП все испытания обязательно проводятся на нагрузку. При этом сами методики подразумевают, что где-то испытания проводятся на стопроцентно моделируемую нагрузку, а где-то (например, в случае, когда нагрузка должна быть управляемой) на «живом» ЦОДе — в этом случае придется опускать целый ряд пунктов в программе испытаний, и точное соблюдение методики невозможно.

По ИБП ситуация несколько сложнее, но и интереснее. ГОСТ на ИБП

62040-1-1-2009 тоже среди прочего описывает методы испытаний, но не детализирует, какие испытания должны относиться к приемочным, какие к приемо-сдаточным, и, в основном, определяет те испытания, которые проводятся аккредитованной лабораторией при выдаче сертификата соответствия — как правило, это испытание на электромагнитную совместимость и электробезопасность. Функциональные испытания ИБП ГОСТом не регламентируются и определяются рекомендациями завода-изготовителя. Поэтому при испытаниях ИБП гораздо больше остается простора для фантазии.

Для проведения функциональных испытаний обычно пользуются программами, рекомендованными поставщиком оборудования. В таких программах проверка работоспособности обязательно включает визуальные осмотры, заполнение различных таблиц. Важно, что все эти испытания выполняются под нагрузкой и на холостом ходу.

Если для ДГУ и ДДИБП основные испытания сводятся к тому, чтобы убедиться, что установка заводится, держит нагрузку, в том числе полную, то для ИБП производится проверка исправности всех систем, способность держать мощность и обеспечивать время автономной работы. Таким образом, испытания ИБП неотделимы от испытания аккумуляторных батарей. И, зачастую, испытание аккумуляторных батарей становится наиболее сложной и интересной частью испытаний ИБП. При этом крайне желательно регламентировать, сколько времени автономной работы ИБП обеспечивает при конкретной нагрузке.

Лукавые вычисления

Когда поставщики ИБП заявляют, что источник обеспечивает конкретный показатель мощности на определенное время автономной работы, часто возникают вопросы и недопонимание: какое время автономной работы при какой именно нагрузке имеется в виду. Здесь есть некоторый простор для лукавства, начиная хотя бы с того, что ИБП ранжируются исходя из полной мощности, а время автономной работы определяется емкостью аккумуляторных батарей и активной мощностью. Поэтому, когда объявляют, что ИБП мощностью 10 кВ·А обеспечивает 10 минут автономной работы, резонно спросить: что эти 10 кВ·А на 10 минут означают? Это может быть и 9 кВт на

СКЛАДСКИЕ ИСПЫТАНИЯ

Перед тем, как оборудование в упаковке поступает на склад, оно проходит этап транспортировки — тоже своего рода стресс. И подавляющее количество дистрибьюторов, не нарушая упаковку, отправляет его к заказчику. Но поставщики с высокой степенью ответственности перед заказчиком организуют у себя тестовую площадку и проводят еще и складские приемочные испытания. Конечно же, такие испытания проводятся не в таком объеме, как на заводе. Чаще всего они сводятся к снятию упаковки, визуальному осмотру, подключению и проверке функциональности. Бывают случаи, когда на этом этапе выявляются какие-то проблемы, которые возникли на стадии транспортировки.

Если заказчик в силу каких-то причин не смог участвовать в заводских испытаниях, он может быть приглашен на складские. ■

10 минут, или 8 кВт на 10 минут — все зависит от того, как трактовать. Бывает, для ИБП с единичным коэффициентом мощности нагрузки пишут, что время резервирования указано при полной нагрузке, и только в сносках мелким шрифтом оговаривают, что измерения проводятся на нагрузке с коэффициентом мощности 0,8 и даже 0,7!

Какая нагрузка имеется в виду: полная, или полная активная, или типовая? И что такое типовая нагрузка? Если речь идет о параллельной системе, то типовая нагрузка — это примерно 60% номинала. И покупателю бывает очень трудно доказать, что он имел в виду при составлении договора, какая нагрузка

протяжении 10 минут, а в наличии есть эквивалент нагрузки не 100 кВт, а только 80. Значит, необходимо обратиться к специалистам, которые по разрядным характеристикам вычислят, сколько аккумуляторных батарей на нагрузку 80 кВт обеспечат заявленное время автономной работы. Чтобы не было ни малейших натяжек, нагрузку лучше подбирать мощностью, равной мощности самого большого единичного агрегата в системе.

Испытания в комплексе

После того как мы провели испытания каждого аппарата в отдельности, следу-

Также важно предостеречь заказчика от необдуманных решений по графику проведения работ. Сроки часто назначаются крайне сжатые. Но надо понимать, что чем короче сроки, выделенные на испытания, тем более «куцыми» они будут. Длительность испытаний определяется мощностью, сложностью системы и еще рядом факторов. Поэтому время проведения испытаний руководителю проекта лучше заранее согласовать с поставщиком и заказчиком.

Овес нынче дорог

Кроме возможных расходов на аренду или приобретение нагрузки при испытании ДГУ либо ДДИБП определенной статьей расходов может оказаться запас топлива (особенно если в программе испытаний запланирован достаточно длительный прогон). При этом необходимо позаботиться о его доставке и размещении. Эта задача может быть зоной ответственности как заказчика, так и поставщика оборудования. Но если отдельной строкой в договоре про топливо не упомянуто, то этим должен заниматься заказчик. Некоторые заказчики не могут этого сделать из-за сложностей самого разного характера, например, административного: оборудование еще не принято в эксплуатацию. И если до этого у заказчика не было ДГУ, то задача приобретения и доставки топлива становится совершенно нетривиальной (например, кто будет топливозаправщику обеспечивать пропуск в центр города — поставщик, генподрядчик или же сам заказчик?). Такие вопросы надо всегда решать заранее, чтобы не оказалось, что испытания начались, а топлива нет. Конечно, в самых сложных случаях всегда можно привезти канистру, бросить шланги и провести какие-то испытания. Но объем этих испытаний будет крайне далек от того, что ожидали специалисты. Поэтому заказчику следует осознавать, что хорошие приемо-сдаточные испытания — как индивидуальные, так и комплексные — это процедура, которая занимает время и требует затрат, причем это не только труд, но и определенные расходные материалы. ■

Чем короче сроки, выделенные на испытания, тем более «куцыми» они будут

подразумевалась. В том числе по этой причине программные методики испытаний не только пишутся заранее, но и согласовываются между сторонами.

Батарей просят огня

Самая сложная, интересная и длительная часть — это испытание времени автономной работы. Разряд аккумуляторных батарей на нагрузку происходит очень быстро — за 10, 15, 20 минут. Затем их следует зарядить заново, и этот процесс занимает 10 часов. По этой причине повторные испытания в течение одних суток практически невозможны. То есть, как правило, испытания начинаются в один день, а следующий день все повторяется заново.

Известно, что аккумуляторные батареи разряжаются при хранении. Поэтому в ходе испытаний далеко не каждая батарея с первого раза дает заявленное время автономной работы. И этого не надо пугаться, это скорее норма — на хорошую батарею надо пройти два, а в некоторых случаях три цикла «заряд–разряд».

Эту особенность ГОСТ не прописывает, но это прописано в программах испытаний. При этом необязательно нагрузка должна быть 100%. Следует испытывать на ту нагрузку, которая необходима заказчику, или же на ту, которая есть в наличии на эквиваленте нагрузки. Допустим, необходимо, чтобы ИБП держал нагрузку 100 кВт на

ет провести испытания всех узлов системы электропитания в комплексе. Следом за проверкой отдельных элементов системы проводят испытание в параллельных системах. То же самое и в отношении ДГУ — после испытания каждого ДГУ в отдельности проводят испытание параллельной системы с целью проверить распределение нагрузки, работу вспомогательных систем, АВР, систем переключения, автоматики и пр.

Иногда вместе с испытанием оборудования проводят испытания различного рода SCADA-систем, систем мониторинга и управления, — но это представляется малопродуктивным. Желательно разнести эти испытания по времени, чтобы ИТ-специалисты могли спокойно заниматься своим оборудованием (ведь это отдельные испытания, причем, как показывает опыт, гораздо более длительные и утомительные). Во многом эта специфика определяется тем, что компании, которые разрабатывают различного рода системы мониторинга, не поставляют готовые стандартные серийные решения. Каждый раз это творческий процесс с включением аврального режима на финише. Поэтому процессы отладки предпочтительно не связывать друг с другом, иначе поставщикам основного инженерного оборудования придется присутствовать на этих испытаниях до тех пор, пока программисты наконец-то отладят свои алгоритмы.

Если вы хотите оставить комментарии к статье, воспользуйтесь данным QR-кодом.

