



**Сергей СОСНОВСКИХ,**  
генеральный директор  
УралТЭП

# ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ



В январе 2020 года ветераны «Уралтеплоэлектропроект» (УралТЭП) отметили 80-летие института. Несмотря на сложную социально-экономическую действительность, УралТЭП не только сохранил, но и расширил свои профессиональные горизонты на рынке проектных услуг. Сегодня в области энергетического проектирования успешно работают две уникальные, динамично развивающиеся компании: проектно-инженерный центр АО «ПИЦ УралТЭП» и единственный крупный на Урале отраслевой проектный институт – ООО «УралТЭП».

## ЦИФРОВАЯ ПОДСТАНЦИЯ, НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ

**Надежда ЛЕБЕДЕВА,** главный специалист по АСУ ТП, технический отдел АО «ПИЦ УралТЭП»

В августе 2019 года на заседании Комитета по энергетике «Цифровая подстанция – что нас ждет при проектировании цифровых подстанций» доклад представителя АО «ПИЦ УралТЭП» вызвал определенный интерес аудитории. В соответствии с требованиями действующих стандартов ПАО «Россети» новое строительство, реконструкция, модернизация подстанций должны осуществляться с использованием цифровых технологий.

АО «ПИЦ УралТЭП» более 10 лет занимается проектированием подстанций с элементами цифровизации – терминалы РЗА и ПА, АСУ ТП, АИИС КУЭ, ССПИ, МИП, ОМП, РАС, СКУД, СОУЭ, ОПС, охранное и технологическое видеонаблюдение и другие устройства передают и принимают сигналы в цифровом виде по различным протоколам передачи данных с помощью телефонных или волоконно-оптических кабелей. Аналоговые сигналы от трансформаторов тока и напряжения, измерительных преобразователей, дискретные сигналы от коммутационных аппаратов, сигналы управления передаются при помощи контрольных кабелей.

При переходе на цифровые подстанции (ЦПС) необходимо

полностью отказаться от контрольных кабелей, повсеместно использовать цифровые каналы связи, применять единое информационное пространство. Основным инструментом реализации цифровых подстанций является ГОСТ Р МЭК 61850. Сети и системы связи на подстанциях.

Проектирование ЦПС будет состоять из двух частей – проектная продукция в классическом представлении (электротехническая, архитектурно-строительная части, отопление, вентиляция и т.д.) и проектная продукция систем автоматизации в электронном виде (представление файлов электронной конфигурации SSD и SCD в формате языка SCL). Создание информационной модели ПС на основе файлов SSD и SCD явля-

ется новой сферой деятельности для традиционных проектных организаций.

Для создания ЦПС необходимо иметь силовое электротехническое оборудование, интеллектуальные электронные устройства, системы автоматизации и связи, разработанные по стандартам ГОСТ Р МЭК 61850. Некоторые промышленные предприятия уже переходят на выпуск продукции по ГОСТу.

Информационная модель подстанции должна создаваться с применением системы автоматизированного проектирования. САПР может использоваться проектными, согласовывающими организациями и эксплуатационным персоналом. Существуют организации, которые создали

САПР под свое оборудование, применение системы для оборудования других поставщиков крайне осложнено.

АО «ПИЦ УралТЭП» совместно с Заказчиком решает стоящие перед ним задачи по проектированию цифровых подстанций.

В связи с вышесказанным, следует отметить:

- проектные и эксплуатационные организации должны иметь соответствующих специалистов;
- промышленные предприятия должны перейти на выпуск продукции, разработанной по стандартам ГОСТ Р МЭК 61850;
- для создания, согласования и поддержания информационной модели подстанции в актуальном состоянии необходимо иметь стандартный САПР.

## РАСЧЕТ ЗДАНИЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ПРОГРЕССИРУЮЩЕМУ ОБРУШЕНИЮ В ДИНАМИЧЕСКОЙ ПОСТАНОВКЕ

**Олег УШАКОВ,** заместитель технического директора по строительной части ООО «УралТЭП», к. т. н.

**Специалисты ООО «УралТЭП» провели сравнение методов расчета зданий и сооружений на устойчивость к прогрессирующему обрушению, рекомендуемые при проектировании объектов энергетической промышленности.**

В 2019 г. введен в действие новый СП 385.1325800.2018 «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения». Документ устанавливает положения по проектированию объектов нормального и повышенного уровня ответственности классов КС-2 и КС-3 для обеспечения их защиты от прогрессиру-

ющего обрушения. Новый СП предлагает использовать два метода расчета на устойчивость против прогрессирующего обрушения: квазистатический или динамический.

Расчет на устойчивость к прогрессирующему обрушению в динамической постановке выполнен в программе ANSYS с использованием модуля Transient Dynamic Analysis.

Выключение несущего элемента моделировалось при помощи команды Element Birth and Death. В качестве расчетной модели была принята плоская металлическая многоуровневая рама, марка стали элементов конструкций – С345. Выключаемый элемент – средняя колонна первого уровня. Для описания нелинейной работы элементов системы принята модель изо-

тропного упрочнения стали Bilinear Isotropic Hardening. Расчет произведен на особое сочетание нагрузок с учетом доли длительности нормативных значений нагрузок.

По результатам расчета задачи в динамической постановке с учетом физической и геометрической нелинейности был получен отклик конструкции во времени до момента затухания

колебаний. Для выполнения задачи в квазистатической постановке рассматривался нелинейный статический расчет.

Согласно п. 7.2 СП 385.1325800.2018 расчет выполнялся в две стадии: на начальной стадии входили все элементы конструкции, на второй стадии – все, за исключением разрушаемого элемента. Определялось напряженно-деформируемое состояние конструкции при локальном разрушении с учетом возникающих в результате нормальной эксплуатации напряжений и деформаций, производился анализ перемещений в контрольных точках.

Квазистатическая задача также была рассмотрена в программе ANSYS в статическом анализе Static Structural. Мгновенное удаление колонны моделировалось усилиями, определенными в данном элементе при расчете по первичной расчетной схеме, прикладываемыми во вторичной расчетной схеме с обратным знаком.

Результатами расчетов являются перемещения и усилия на последнем этапе приложения нагрузки, где происходило удаление колонны (рисунок 1).

Позиция сравнения	Метод расчета на устойчивость к прогрессирующему обрушению			
	Динамический		Квазистатический	
		%		%
Максимальное перемещение по оси Z в т. 1, мм	21,60	100	42,93	198
Максимальное продольное усилие N в т. 1, кН	24,88	100	45,72	183
Максимальное перемещение по оси Z в т. 2, мм	0,57	100	0,83	146
Максимальное продольное усилие N в т. 2, кН	-408,3	100	-540,0	132
Максимальный изгибающий момент M в т. 2, кН/м	205,33	100	376,5	183

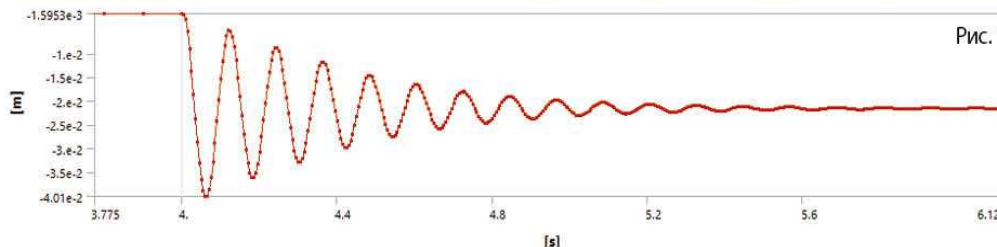


Рис. 1

При пределе текучести стали разрушение конструкции не наблюдалось, отсутствовали пластические деформации.

В расчете на устойчивость к прогрессирующему обрушению полученные значения квазистатического метода превысили значения динамического метода. Данные расчета промышленного здания при пределе текучести стали  $R_{ст} = 305 \text{ Н/мм}^2$ , представлены в таблице.

Результаты выполненных расчетов свидетельствуют о целесообразности применения динамического метода. Расчет конструкции здания динамическим методом позволяет оценить характер работы конструкции в любой отрезок времени, отследить момент разрушения конструкции и проанализировать соответствующие результаты, чтобы избежать дальнейшего разрушения.

Поскольку расчеты на прогрессирующее обрушение требуются для особо опасных technically сложных объектов, использование современных программных комплексов дает возможность создать точную математическую модель рассматриваемого объекта, что позволяет спрогнозировать реальную работу конструкции при аварийных воздействиях.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОСЕК ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БПЛА

**Александр ПОПОВ**, главный инженер АО «ПИЦ УралТЭП»

**Компания «ПИЦ УралТЭП» реализует технологии получения исходных данных с помощью дистанционного зондирования объектов для разработки проектной продукции.**

Для обеспечения нормальной (бесперебойной) работы воздушных линий (ВЛ), проходящих по лесным массивам и зеленым насаждениям, вдоль линий электропередачи вырубаются деревья на полосе определенной ширины, которая называется просекой. Разработка проектной документации на выполнение работ по расширению просеки трассы ВЛ (объемы расширения и расчистки просеки, сметная документация на работы по расчистке) требует данных относительно древесно-кустарниковой растительности (ДКР) в зоне расчистки.

Определение объема прироста насаждений в полосе охранной зоны ВЛ традиционно выполняется наземно. При этом восстановление границ объекта лесоустройства и средняя высота древостоя определяются при помощи тахеометра и других приборов, а

определение состава насаждений – глазомерной таксацией.

Современные технологии машинного зрения, беспилотные летательные аппараты (БПЛА) позволяют решать эту задачу с большей точностью и намного быстрее за счет автоматизации введения данных авиасъемок в САПР проектировщика. Наиболее подходящими для решения этих задач является аэрофотосъемка с БПЛА, воздушное лазерное сканирование и совместная фотосъемка с процессом воздушного лазерного сканирования. Материалы аэрофотосъемки представляют собой фотоматериалы (массив пикселей) в объеме, достаточном для дешифрования сверточ-

ной нейронной сетью, и GPS-координаты.

Специальная архитектура искусственных нейронных сетей, разработанная на распознавание образов, выполняет следующие задачи:

- разграничение площади на однородные в таксационном отношении участки;
- определение таксационных характеристик дешифрируемых насаждений;
- определение средней высоты и среднего диаметра древостоя.

Результаты лазерного сканирования позволяют построить цифровую модель местности, выполнить трехмерную реконструкцию, идентификацию и моделирование объек-

тов. Совмещение фотосъемки с воздушным лазерным сканированием оправданы при необходимости получить материалы в условиях сложного рельефа. При применении любой из перечисленных технологий дистанционного зондирования после обработки данных нейросетью формируются материалы, пригодные для загрузки в САПР проектировщика.

Компания «ПИЦ УралТЭП» совместно с деловыми партнерами, обладающими необходимым парком БПЛА, успешно использует разработанную методику получения исходных данных по результатам дистанционного зондирования объектов для последующей разработки проектной продукции.



**УралТЭП**

Россия, 620062, г. Екатеринбург, пр. Ленина, 60а,  
тел.: +7 (343) 278-82-11, 278-82-80,  
tep@uraltep.ru, ut@uraltep.com, www.uraltep.ru