

CAD-КОНСТРУИРОВАНИЕ ВВОДОВ 110кВ И 20кВ ДЛЯ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА 110/20кВ 40МВА

Ларионова Анастасия Александровна,

студентка, ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, e-mail: stacylarionova@gmail.com

Егоров Александр Олегович,

доцент, кандидат технических наук, ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, e-mail: a.o.egorov@urfu.ru

CAD-CONSTRUCTION BUSHING OF 110kV AND 20kV POWER TRANSFORMER 110/20kV 40MVA

Larionova Anastasia Alexandrovna,

Student, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin», Ekaterinburg, e-mail: stacylarionova@gmail.com

Egorov Alexander Olegovich,

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin», Ekaterinburg, e-mail: a.o.egorov@urfu.ru

Аннотация. Проект «Конструктор электроэнергетических систем», реализующийся в 3D лаборатории кафедры АЭС УралЭНИН УрФУ, направлен на модернизацию материально-технического оснащения образовательных процессов в сфере подготовки специалистов для электроэнергетической отрасли посредством внедрения методов и технологий масштабного моделирования. Такими технологиями например, являются трёхмерное лазерное сканирование силового оборудования, позволяющее создать трёхмерную цифровую CAD-модель и её чертежи с высокой точностью, что в дальнейшем используется для печати 3D-модели или для проектирования. На данный момент нашей задачей является создание трехмерной CAD-модели вводов 110кВ и 20кВ для силового трансформатора 110/20кВ 40 МВА.

Abstract. The project "Electric power system kit" implemented in the 3D laboratory of the "Automated Power Systems" department (APS), Ural Power Engineering Institute UrFU, aimed at modernization of material and technical equipment of the educational process in the sphere of training of specialists for electric power industry through the introduction of techniques and technology large-scale simulation and modeling. For example, three-dimensional laser scanning equipment allows creating three-dimensional digital CAD models and drawings with high precision, which further is used to print the 3D model. At the moment our task is to create a three-dimensional CAD model of 110kV and 20kV power transformer 110/20kV 40 MVA.

Ключевые слова. Система образования, энергетическое оборудование, трехмерное сканирование, трехмерная цифровая CAD-модель, вводы силового трансформатора.

Key words. The education system, power equipment, 3D colored scanning, three-dimensional digital CAD-model, bushing of power transformer.

I. Введение:

В настоящее время в сфере подготовки специалистов для электроэнергетической отрасли наблюдается дефицит наглядного учебно-методического материала, позволяющего подробно изучить геометрию,

конструктивное выполнение и принцип действия основного силового оборудования. Вместе с невозможностью производить обучение студентов на реальных объектах это приводит к снижению компетенций студентов в процессе изучения профильных дисциплин. Для решения этих проблем на кафедре АЭС УралЭНИН УрФУ реализуется проект «Конструктор электроэнергетических систем», целью которого является внедрение в образовательный процесс методов и технологий масштабного моделирования: создаются сборные масштабные модели силового и вторичного оборудования. Кроме того, в рамках данного проекта производится обучение выполнению чертежей, конструированию и выполнению конструкторской документации и моделированию, что позволяет проектировать и создавать новое действующее оборудование [1].

На текущий момент ведется активное воспроизводство оборудования на основе трёхмерных скан-файлов энергетического оборудования, с помощью которых производится восстановление размеров образцов оборудования, восстановление сложной геометрии, тем самым значительно ускоряется процесс сбора исходных данных, воспроизводства технической конструкторской документации, необходимой для создания масштабных моделей элемента конструктора и рабочей подстанции.

II. Цели и задачи:

В ходе освоения перспективного направления сканирования была поставлена задача выполнить обратный инжиниринг вводов для понижающего трансформатора 110/20 кВ 40 МВА производства компании «СВЭЛ», установленного на подстанции 110/20 кВ «Медная» АО «Екатеринбургская электросетевая компания (АО «ЕЭСК»). Необходимо воспроизвести полную детализацию внешнего вида с дальнейшим восстановлением чертежей для создания трёхмерной модели вводов и для их дальнейшей печати, проверки геометрии и постановки промышленного воспроизводства. Важно отметить, что проводить сканирование объекта можно вне зависимости от того находится ли объект в работе (под напряжением) или нет (рисунок 1).



Рисунок 1. Сканируемый трансформатор в формате скан-файла

Лазерное сканирование позволяет обеспечить полное воспроизводство топографических и геометрических данных об энергообъекте, как в целом об электростанции или подстанции, так и об отдельно взятом элементе энергообъекта или элементе обвеса трансформатора (радиаторы, воздухоосушители, маслоуказатели, фильтры, клеммные коробки и пр). На основе 3D сканирования становится возможным выполнение обратного инжиниринга – воссоздание или создание актуальных планов и чертежей. Кроме выполнения новой конструкторской документации, такие результаты будут необходимы для проведения работ по техническому перевооружению или реконструкции энергообъекта, а также технологических карт энергообъекта, что особенно важно в отношении объектов,

находящихся под напряжением. Таким образом, по итогам выполнения обратного инжиниринга становится возможным проведение контроля качества выполненных строительно-монтажных работ, анализ механических деформаций, повреждений и износа поверхностей оборудования [2].

Модель трансформатора представляет собой комплексную модель, состоящую из основных (материнских) частей – днище бака, колокол, опорные рамы, расширитель и элементов «обвеса» - вводы ВН, СН, НН, радиаторы, вентиляторы, клапаны, шкаф управления системой охлаждения, воздухоосушители, РПН, шкаф управления РПН, кран слива масла, газовая защита и т.д. Такие модели по отдельности и в целом, в едином устройстве дают возможность изучить принципы компоновки и конструирования трансформаторов и правила размещения обвеса на нём. Кроме того, такая модель представляет собой удобный инструмент проектирования, т.к. является максимально наглядным и что немаловажно, материальным [3]. В настоящее время выполнено конструирование САД-моделей вводов 110кВ и 20кВ для силового трансформатора 110/20кВ. Детально изучив скан-файлы и предварительно загрузив их в AutoCAD, на его основе, с применением заводских каталогов Завода «Мосизолятор» было выполнено точное моделирование вводов с учётом их внутреннего устройства. В существующих условиях электроэнергетической отрасли, восстановление чертежей имеет важное значение, т.к. такая документация позволяет повысить качество и скорость проведения ремонтных работ и реновации оборудования.

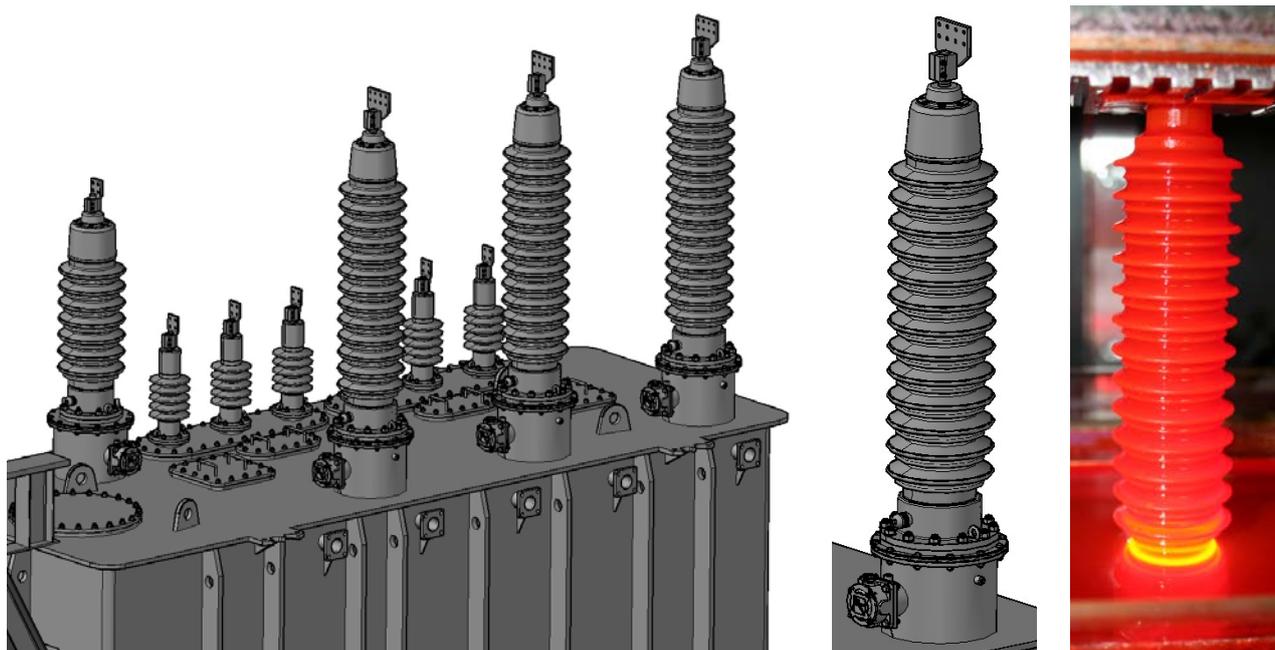


Рисунок 2. Модели вводов на крышке бака трансформатора и печать ввода

На рисунке 2 представлены чертежи крышки трансформатора и вводов, выполненный на основе скан-файла по результатам сканирования и сопоставления с заводским каталогом. Чертежи отличаются высокой точностью и детализацией, тем самым удовлетворяют всем требованиям конструкторской документации и являются по сути, промышленной документацией.

Вводы трансформаторов представляют собой фарфоровые изоляторы, через внутреннюю полость которых проходит токоведущий медный стержень с RIP-изоляцией, и служат для вывода концов обмоток из трансформатора наружу и подключения их к сети.

После проектирования компьютерной CAD-модели вводов оборудования производится ее декомпозиция, позиционирование в матрице и далее, готовится нарезка для материальной печати на 3D принтере. Для этого ввод, состоящий из множества деталей, также разделён на отдельные части, удобные для печати: опорный фланец, изолятор, шапка, клеммы, токоведущие стержни и экран.

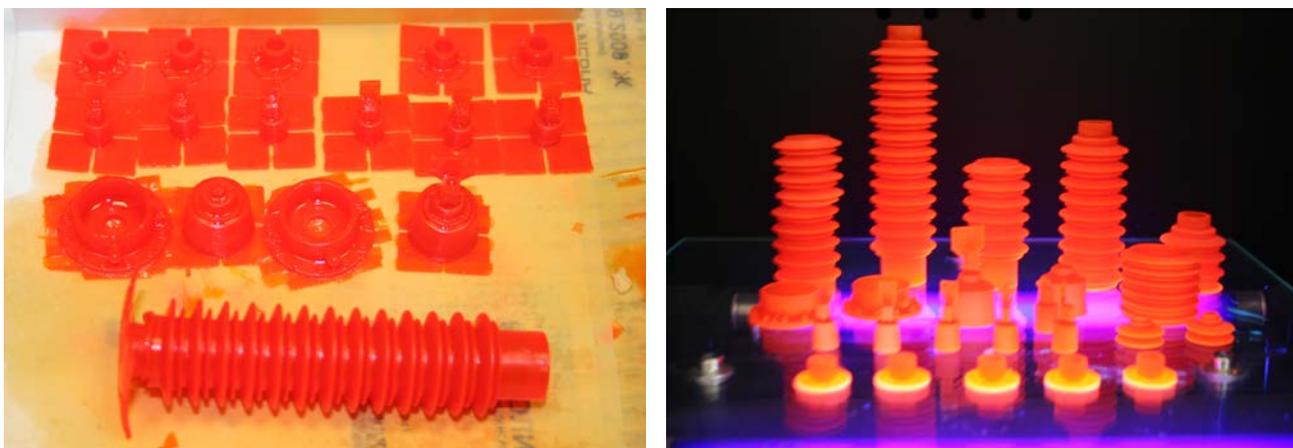


Рисунок 3. Напечатанные элементы вводов и их засветка в УФ камере

Также в ходе конструирования воспроизведён полностью крепёж и рым-болты, необходимые для монтажа ввода. Для изготовления простых элементов обычно достаточно одной матрицы. Для выполнения сложных узлов одного изделия может быть несколько матриц для печати. После печати и постобработки все детали засвечиваются в ультрафиолетовой камере – рисунок 3.

III. Результаты:

Выполненные модели вводов силового трансформатора являются частью комплекта элементной базы конструктора силового оборудования электроэнергетических систем, который создается для образовательных и инженеринговых целей. В настоящее время также выполнены все элементы обвеса трансформатора и ведётся их печать для воспроизводства мастер-моделей и дальнейшей постановки промышленного производства и сборки всего силового трансформатора. Полностью выполнен обратный инженеринг силового масляного понижающего трансформатора 110/20кВ 40 МВА «СВЭЛ», полностью выполнены и напечатаны его вводы на 3D-принтере по технологии SLA. Иницированы работы по созданию вводов 220 кВ.

Список использованных источников

1. Возисова О.С., Банных П.Ю., Трёмбач А.Ю, Казанцев А.С., Ерошенко С.А. (...) Изнаиров, Б.М. Конструктор электроэнергетических систем. – 2-я Международная конференция по достижениям в области энергетики и окружающей среды, науки ICAEES 2014; Гуанчжоу; Китай; 21-22 июня 2014 года Расширенный материалы исследований, 1008-1009, стр 1166-1170.

2. Vozisova O., Bannykh P., Trembach A., Kazantsev A., Eroshenko S. (...).The constructor of autotransformer 220/110 kV 250 MVA [220/110 kV 250 MVA autotransformer kit]. 2nd International Conference on Advances in Energy and Environmental Science, ICAEES 2014; Guangzhou; China; 21-22 June 2014. Advanced Materials Research, 1008-1009, pp. 1162-1165.

3. Tavlintsev A., Eroshenko S., Kuzin P., Kazantsev A., etc. 220/110 kV 250 MVA Autotransformer kit. Advanced Materials Research, Switzerland, 1008-1009. С. 1162-1165.