Конкурсная работа

Авторы: Петров Д.Н. (НАЗ им. В.П. Чкалова), Герасименко И.Ю. (НАЗ им. В.П. Чкалова), Бабушкин А.А. (НАЗ им. В.П. Чкалова).

Название работы: Создание технологии монтажа крупногабаритной оснастки путем параллельного инжиниринга без потери точности расположения узлов на примере стапеля сборки крыла самолета.

Цель: Разработка технологии монтажа крупногабаритной оснастки с заданными параметрами точности расположения элементов в пространстве, установленными для средств технологического оснащения.

Описание работы: Погрешности изделий, собираемых в сборочных приспособлениях, напрямую зависят от степени точности изготовления отдельных элементов, точности их установки, т.е. от технологии изготовления и монтажа оснастки. Главной трудностью при монтаже крупногабаритной сборочной оснастки является исключение накопленных погрешностей, связанных с изготовлением узлов и прогибом элементов рамы конструкции под собственным весом.

Методы монтажа оснастки больших габаритов с использованием жестких носителей размеров – эталоны и калибры при больших габаритах не целесообразны, т.к. первоисточник, являющийся носителем геометрических параметров, по времени изготовления может сравниться с временем изготовления стапеля средних размеров. Так же эталонная оснастка должна хранится с определенными требованиями по влажности и температуре, и с определённой периодичностью проходить проверку на годность. В условиях развития цифровых технологий подобные методы монтажа являются архаичными.

При появлении оптических лазерных средств измерений и бурного развития информационных технологий в сфере проектирования сборочной оснастки появляется возможность монтажа крупных средств технологического

оснащения, когда все погрешности компенсируются фактическими значениями размеров, снятыми с приспособления на окончательной стадии монтажа узлов оснащения.

В большинстве случаев монтаж сборочного оснащения с применением лазерно-оптических средств измерения выглядит следующим образом. Рама стапеля, состоит либо из отдельных балок, либо является цельносварной конструкцией. При изготовлении проводится обработка поверхностей предназначенных для установки узлов стапеля, вскрываются крепежные отверстия. Далее происходит установка рамы в рабочее положение, предварительно навешиваются узлы оснастки. Установка их в номинальное положение происходит при помощи лазерных трекеров, определяющих в реальном времени пространственные отклонения узла от номинальных значений. Положение корректируется, происходит окончательная фиксация и контроль. Данный метод хорош для мелкогабаритной оснастки и имеющей относительно небольшой вес.

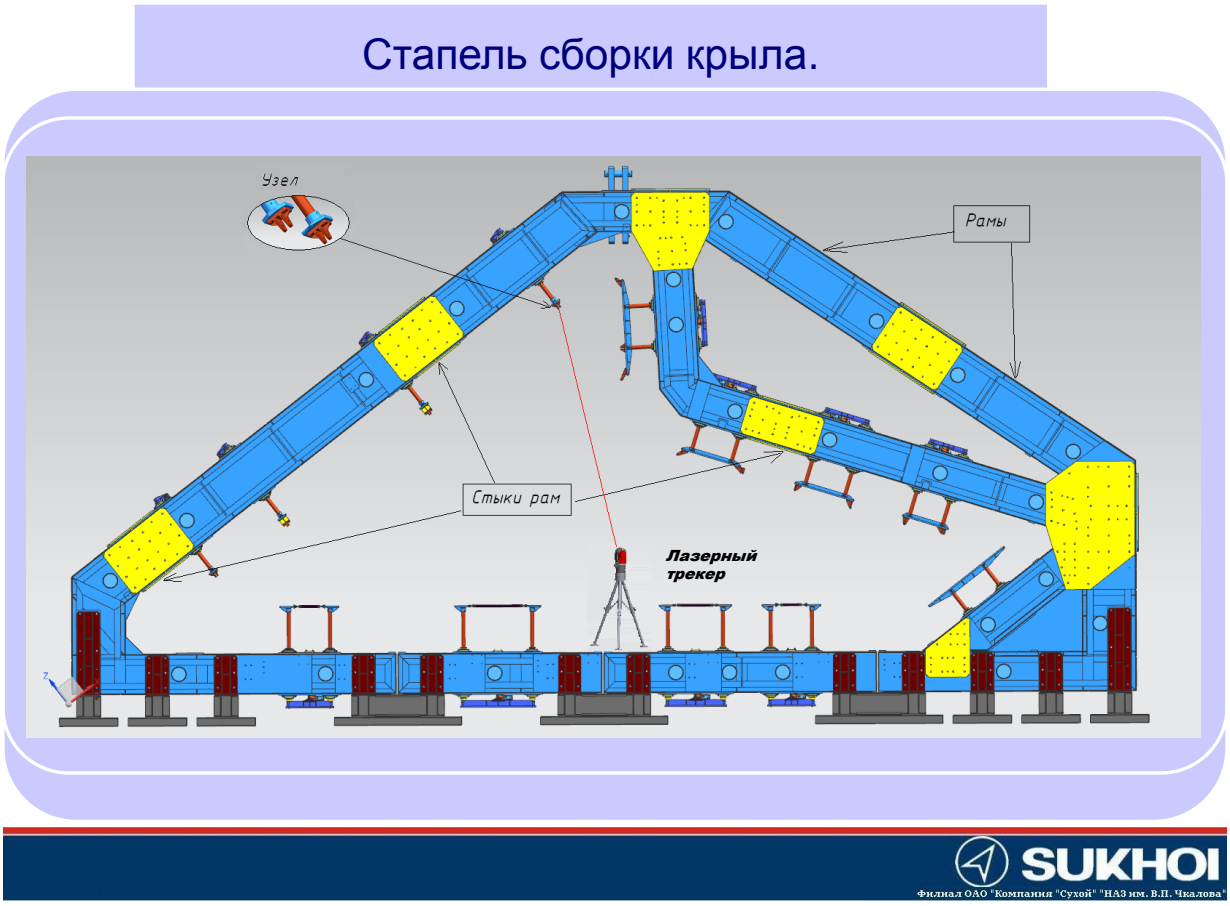

Рисунок 1. Общий вид стапеля сборки крыла.

Рассмотрим «традиционный» метод монтажа оснастки с применением лазерных трекеров на примере стапеля сборки крыла (рисунок 1). Рама стапеля из-за своих габаритов разбита на десять отдельных балок, которые скрепляются между собой стальными плитами. На балках находятся шлифованные плоскости с вскрытыми крепежными отверстиями.

Даже при использовании передовых методов обработки на программных станках, при габаритах и весе каждой балки от полутора – двух тонн, неминуемо возникают различные погрешности, при транспортировке, прогибы, после сварки – поводки.

При сборке рамы, балки имеют свойство провисать и занимать свое положение. Погрешность расположения может доходить до 3-5 мм при требовании в 0,2мм. Установленные фиксаторы на такую раму не соответствуют требованиям точности согласно электронной модели (рисунок 2).

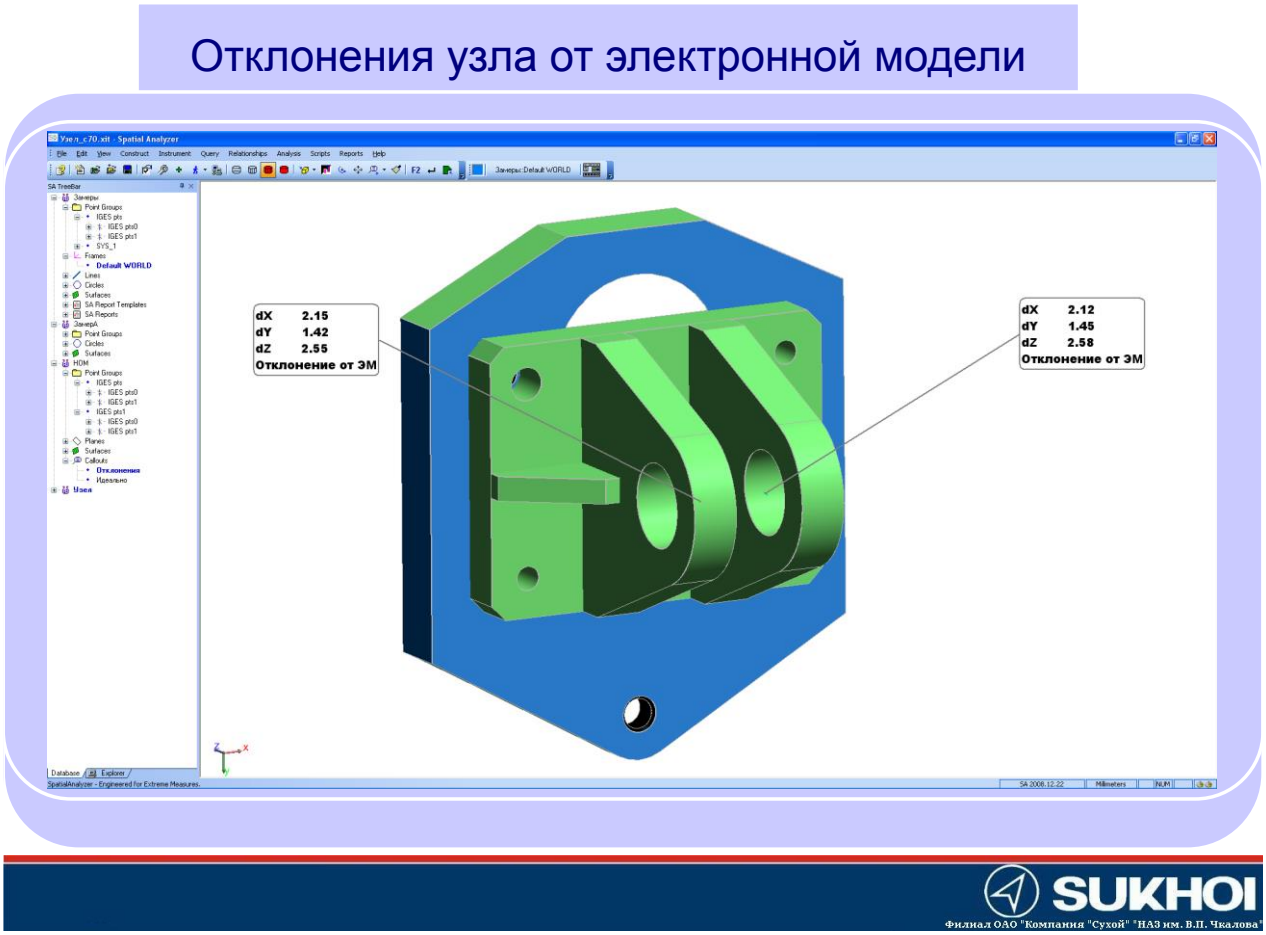

Рисунок 2. Отклонения узла от электронной модели

Данная технология монтажа оснастки не отвечает требованиям точности, предъявляемым к сборочному оснащению. Для установки фиксаторов в пределах допустимых отклонений необходимо демонтировать узел, произвести доработку на координатно-расточном станке, осуществить слесарные работы, заново установить кронштейн, установить узел, выполнить контрольные замеры. При большом количестве таких исправлений существенно возрастает трудоемкость монтажа оснастки.

Метод монтажа крупногабаритного сборочного оснащения с применением лазерных средств измерения представляет собой модификацию традиционного метода. Рама стапеля, также состоит из отдельных балок, либо является цельносварной конструкцией. При изготовлении проводится обработка установочных базовых плоскостей, вскрываются отверстия. Фиксирующие узлы изготавливаются по чертежу, без вскрытых крепежных и фиксирующих отверстий, а рабочие установочные поверхности изготавливаются с припуском. Далее производится монтаж рамы приспособления с базовыми поверхностями фиксаторов и узлов. Затем производятся замеры базовых плоскостей и центров фиксирующих отверстий, при помощи лазерных средств измерения (лазерный трекер, лазерный сканер), которые определяют фактические пространственные положения базовых плоскостей и отверстий, отличающихся от номинальных значений электронной модели (ЭМ) (рисунок 3).

Результаты замеров передают в отдел проектирования оснастки для изменения электронных моделей (рисунок 4). Конструктор на основе данных замеров уточняет электронную модель базовых узлов.

Рисунок 3. Монтаж с помощью лазерного трекера

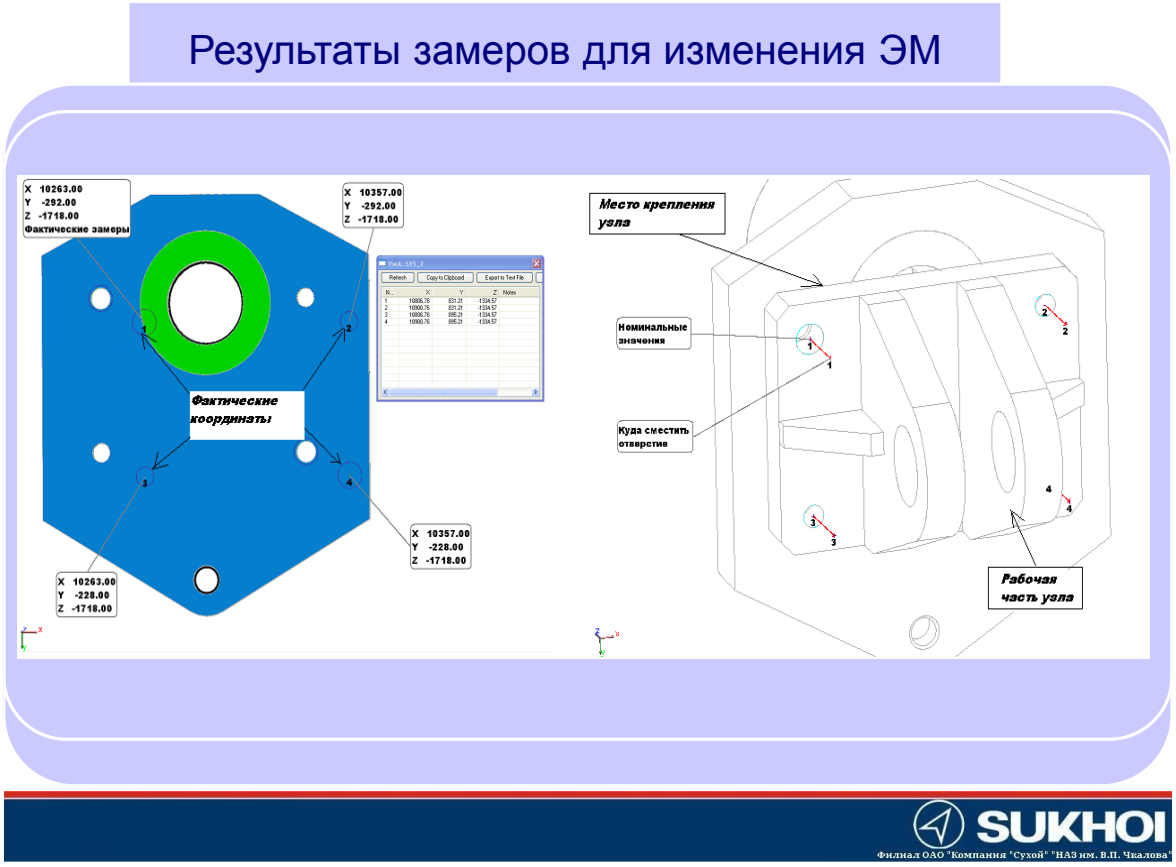

Рисунок 4. Результаты замеров для изменения ЭМ.

Измененные данные поступают в цех-изготовитель оснастки, производится обработка установочных плоскостей и вскрытие крепежных и фиксирующих отверстий на станке с числовым программным управлением. Затем производится монтаж данных узлов на приспособление и их дальнейший контроль положения согласно ЭМ (рисунок 5).

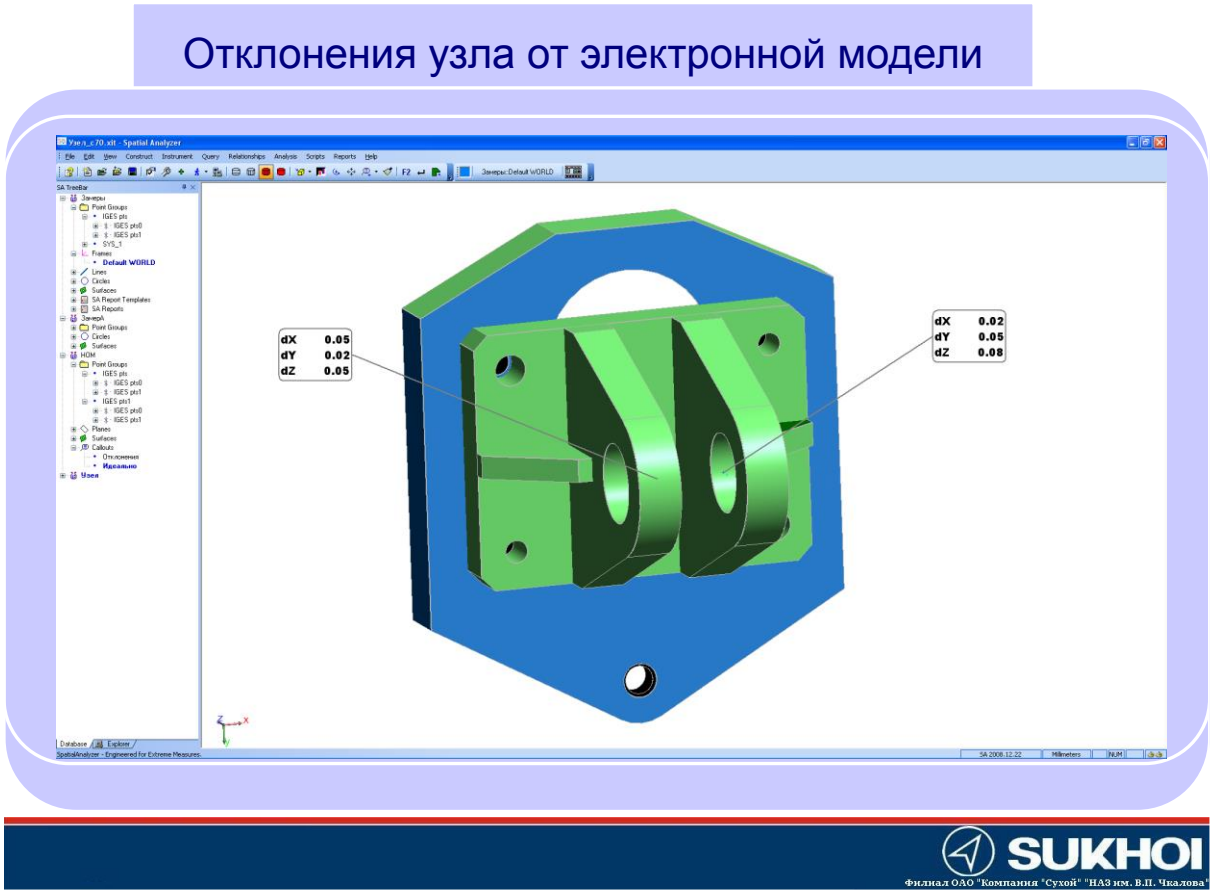

Рисунок 5. Отклонения узла от электронной модели.

С применением вышеописанного метода удалось:

– Минимизировать погрешность станка и человеческий фактор, в связи с выполнением меньшего количества слесарных операций с узлом;

– Исключить влияние погрешности изготовления и сборки рам стапеля;

– Исключить влияние деформации балок от веса конструкции;

Сравнительная диаграмма представлена на рисунке 6.

Рисунок 6. Накопление погрешностей

При проведении сравнительного анализа представленных методов, можно сделать вывод, что трудоёмкость выполнения монтажа узлов с применением лазерных средств измерения будет значительно ниже относительно традиционного метода монтажа. При традиционном методе на монтаж одного узла затрачивается около 20 часов. Применяя метод монтажа узлов с применением лазерных средств, на тот же самый монтаж тратится около 8 часов (рисунок 7).

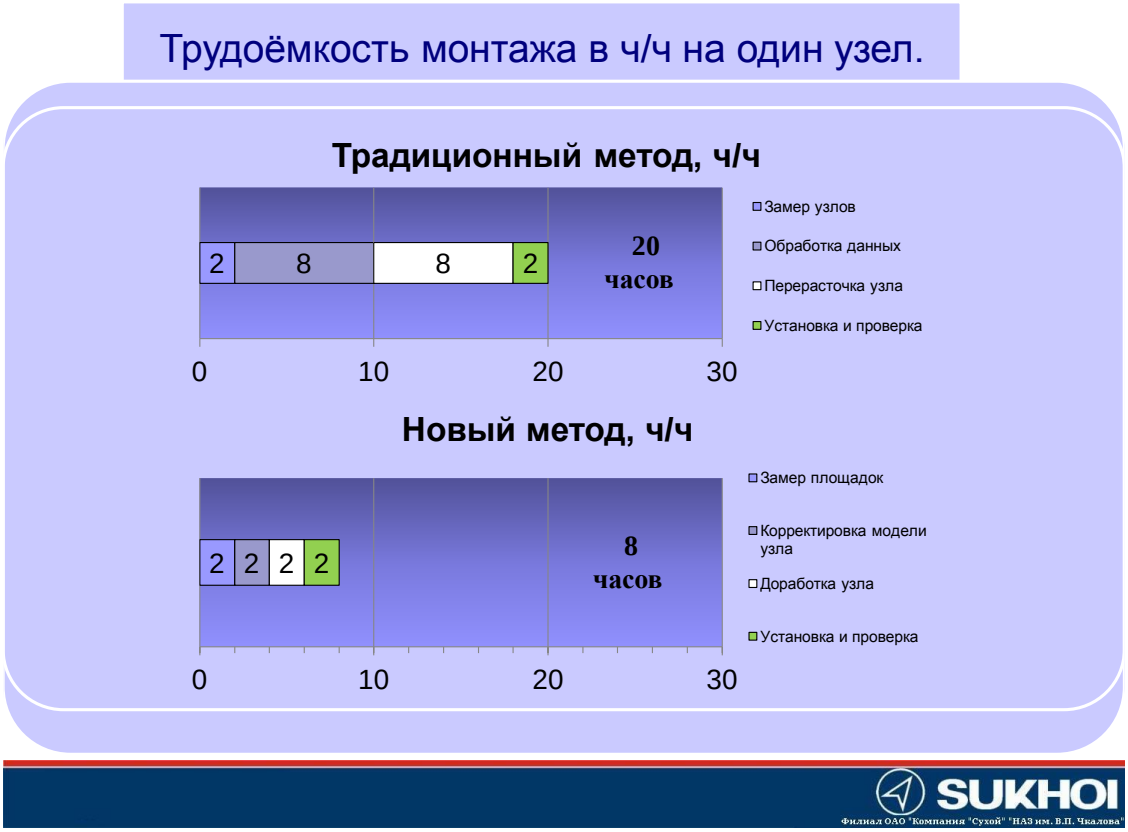

Рисунок 7. Трудоемкость монтажа на узел.

Данный анализ был проведён на примере одного узла. На крупногабаритной оснастке количество монтируемых узлов может составлять от 10 до 50 единиц.

Таким образом, новый описанный метод сокращает цикл монтажа и ввода в эксплуатацию оснастки, является более точным, более эффективным и менее трудозатратным. Данный метод был успешно внедрен и отработан при изготовлении стапеля сборки крыла.