

Рис. 2. Соотношение общего количества ссылок на стандарты в ГОСТ 31447–2012 к количеству ссылок на измененные стандарты:

Ряд 1 – ссылки на измененные стандарты;

Ряд 2 – общее количество ссылок на стандарты

Группы требований: 1 – «материалы и сырье»; 2 – «средства измерений»;

3 – «методы испытаний»; 4 – «маркировка»

В результате проведенного исследования прослежена динамика обновления базы стандартов на стальные трубы с 2002 года, оценен масштаб необходимых изменений в нормативной базе на стальные трубы при введении в действие одного нового стандарта ГОСТ 31447–2012.

Список литературы

1. Казанцева Н. К. О стандартах на трубную продукцию / Н. К. Казанцева, Г. А. Ткачук, Ю. О. Смирнова // Производство проката. 2015. № 2. С. 43–48.
2. Казанцева Н. К. Техническое регулирование и метрология: учеб. пособие / Н. К. Казанцева. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. 321 с.

УДК 006.91:665.6

*И. А. Корзухин, М. А. Черепанов
I. A. Korzukhin, M. A. Cherepanov*

Метрологическое обеспечение изготовления изделий большой вместимости для нефтеперерабатывающей промышленности

Metrological support of manufacturing large capacity products for oil refining industry

Аннотация. Рассматриваются вопросы метрологического обеспечения производства. Подчеркивается необходимость применения современного измерительного оснащения.

ния технологического процесса не только на стадиях изготовления продукции машиностроения, но и на этапах монтажа и эксплуатации изделий большой вместимости.

***Abstract.** Questions of metrological support of production are considered. Need of application of modern measuring equipment for the technological process not only at the stages of manufacturing of engineering products, but also at the stages of installation and operation of large capacity products is emphasized.*

***Ключевые слова:** метрологическое обеспечение; крупногабаритное изделие; технический контроль; измерение; повышение квалификации персонала.*

***Key words:** metrological support; large capacity product; technical control; measurement; in-service training for the staff.*

Развитие промышленности в последние десятилетия характеризуется значительным повышением внимания производителей и потребителей к качеству промышленной продукции. Выпуск продукции высокого качества рассматривается теперь во всех странах мира как одно из важнейших условий развития экономики страны, от которого зависят темпы промышленного развития, эффективность использования трудовых ресурсов, успехи внешней торговли и престиж страны на международной арене.

Технический контроль рассматривается как равноправный и неотъемлемый элемент системы управления качеством продукции на предприятии, и поэтому основной задачей технического контроля является предупреждение выпуска дефектной продукции посредством получения информации о состоянии соответствующего технологического процесса или о его результатах для последующей выработки решений об управляющих воздействиях. Её правильное и своевременное использование позволяет управлять качеством выпускаемой продукции, оперативно совершенствовать технологию производства, проводить необходимое регулирование оборудования в самые оптимальные сроки, не дожидаясь появления дефектных изделий, давать потребителям продукции твердые гарантии о содержании доброкачественной продукции и решать многие другие задачи управления качеством продукции.

Важнейшую роль в успешном решении задач, стоящих перед производителями, играет совершенствование технологии в заготовительных, обрабатывающих и сборочных цехах, а также вытеснение ручного труда, повышение качества выпускаемой продукции и всемерное снижение затрат. Первостепенное значение приобретает степень оснащённости различных производств новым прогрессивным оборудованием и средствами механизации, на базе которых должны совершенствоваться и внедряться принципиально новые, прогрессивные технологические процессы.

Необходимость точной, обоснованной и эффективной технологической подготовки технического контроля подтверждается практикой промышленных предприятий. Важнейшим моментом в технологической подготовке является не описание технологии контроля, а установление необходимости его проведения. При этом нельзя упускать из виду, что в процессе контроля не создают материальных ценностей, а всего лишь оценивают состояние этих материальных ценностей и их соответствие некоторым установленным требованиям.

Уральский завод химического машиностроения (Уралхиммаш) – одно из ведущих российских производителей оборудования для химической, нефтяной, газоперерабатывающей, нефтехимической и других отраслей промышленности.

В 2013 году «Уралхиммаш» выиграл тендер на изготовление ксилольной колонны для нефтеперерабатывающего предприятия ОАО «ТАТНЕФТ» [3]. В тендере на изготовление изделия был предъявлен ряд требований:

- изготовление колонны в соответствии с проектной документацией;
- транспортировка «Ксилольной колонны» производиться двумя блоками корпусов к месту монтажа внутрикорпусного устройства (ВКУ) автомобильным и речным транспортом до речного порта города Нижнекамск;
- стыковки двух блоков в единый корпус с соблюдением требований надёжности к изделию;
- контроль изделия на стадиях: изготовления, сборки, монтажа ВКУ, при вводе в эксплуатацию;
- обеспечение установки съёмных внутренних устройств;
- обеспечение установки аппарата в вертикальном положении согласно расчётно-проектной документации (РКД).

Ксилольная колонна предназначена для отбора ксилольной фракции и тяжелого бензола и входит в состав оборудования для получения ароматических углеводородов при коксовании угля.

Техническое задание на изготовление изделия содержало технические требования к ксилольной колонне:

- рабочее избыточное давление колонны составляет 0,694 мПа;
- расчетный срок работы колонны – 20 лет;
- внутренний диаметр аппарата равен 4200 мм;
- высота колонны превышает 60 метров;

- номинальный объём аппарата $V_{\text{ном}} = 574,8 \text{ м}^3$;
- масса ксилольной колонны – 193 000 кг;

Аппарат состоит из трёх блоков обечаек и опоры (рис. 1):

- 1) корпус верхний, состоящий из эллиптического днища и восьми обечаек;
- 2) корпус средний, состоящий из девяти обечаек;
- 3) корпус нижний, состоящий из девяти обечаек и эллиптического днища.



Рис. 1. Ксилольная колонна в речном порту в городе Нижнекамск

Изготовление колонны с такими характеристиками потребовало не только изменения технологической подготовки производства и совершенствования технологического процесса, но и модернизации метрологического обеспечения процесс изготовления изделия, а также повышения квалификации специалистов, отвечающих за качество измерений и контроля.

Для эффективного контроля параметров, а также поддержания и регулирования процессов производства на определенном уровне, как на предприятии, так и на монтажных площадках заказчиков, предприятием «Уралхиммаш» было закуплено три тахеометра Leica TDRA 6000.

Шесть специалистов сектора по эксплуатации контрольно-измерительных систем Отдела метрологии ОАО «Уралхиммаш» прошли повышение квалификации в компании ООО «Промышленная геодезия» (г. Санкт-Петербург), где они приобрели первоначальные умения и навыки работы с тахеометром Leica TDRA 6000, а также получили сертификаты о соответствующей квалификации [2].

После обучения специалисты сектора по эксплуатации контрольно-измерительных систем совместно с конструкторской и технологической службами предприятия участвуют в разработках технологических и метрологических процессов изготовления и контроля различного изготавливаемого оборудования, в том числе и для ксилольной колонны.

С помощью тахеометров Leica TDRA 6000 контроль колонны осуществляется:

- на начальном этапе сборки и разметки корпуса колонны;
- в ходе сборки корпуса колонны;
- на завершающем этапе сборки корпуса колонны перед гидравлическими испытаниями или пневматическими испытаниями согласно условиям, указанным в рабочей конструкторской документации (РКД);
- на этапе контрольных измерений непосредственно перед отправлением заказчику оборудования. Если сборка корпуса колонны происходит на месте монтажа изделия, то и контрольные измерения проводятся там же.

Тахеометр Leica TDRA 6000 (рис. 2) является самым точным из всех тахеометров, применяемых в промышленности. Он полностью автоматизирован и способен отслеживать марку BRR 1,5 при работе с одним оператором, а также перемещающийся отражатель без потери скорости проведения измерения.

Сфера применения тахеометра Leica TDRA 6000 весьма широка и перспективна.

В безотражательном режиме тахеометр Leica TDRA 6000 способен проводить различные измерения в кораблестроении конструкций огромных размеров. Тахеометр применяют для исследования и точного позиционирования оборудования в машиностроении для центрирования валов, исследования сталепрокатных производств и предприятий целлюлозно-бумажной промышленности и других целей.

Тахеометр Leica TDRA 6000 незаменим и в сфере производства оборудования для железных дорог, автоматизированного измерения на больших расстояниях без отражателя. Высочайшая точность измерений тахеометра Leica TDRA 6000 позволяет использовать его и в авиакосмической промышленности. В тех сферах, где допуски на размеры регламентированы стандартами очень строго, необходимо применение высокоточных приборов. И тахеометр Leica TDRA 6000 здесь незаменим.



Рис. 2. Тахеометр
Leica TDRA 6000

Тахеометр Leica TDRA 6000 – это портативное устройство, которое предназначено для высокоточного измерения геометрических параметров при изготовлении, строительстве, монтаже, ремонте, реконструкции, эксплуатации, техническом диагностировании технических устройств и конструкций в условиях производства при рабочих температурах от минус 20 °С до плюс 50 °С и влажности не более 95 % без конденсата.

Во всем рабочем диапазоне (600 м) возможно измерение 3D-координат точек как на стандартные отражатели, так и без отражателей.

Автоматическое распознавание цели позволяет прибору проводить автоматические наблюдения за деформациями, а также отслеживать отражатель при работе с одним оператором. Модуль PowerSearch осуществляет повторный захват перемещающегося отражателя так же быстро, как и находящегося в покое.

Тахеометр Leica TDRA 6000 можно использовать в метрологических целях при использовании специально ориентированного американского программного обеспечения SpatialAnalyzer.

Применение тахеометра Leica TDRA 6000 позволяет выполнять измерения различных параметров изделий:

- соответствия отклонений форм различных элементов;
- соответствия отклонений форм сборки / монтажа требованиям чертежей;
- взаимного расположения элементов конструкций;
- деформаций конструкций;
- соответствия разметки требованиям чертежей.

Метрологические характеристики прибора тахеометра Leica TDRA 6000:

- рабочая температура эксплуатации от минус 20 °С до плюс 50 °С;

- увеличение трубы до 30 крат;
- расстояние до отражателя (1,5» RRR & BRR);
- максимальное отклонение $\pm 0,2$ мм;
- диапазон измерения температуры от минус 20 °С до 60 °С;
- диапазон измерения относительной влажности от 0 до 100 %;
- диапазон фокусировки от 1,7 м до бесконечности.

Программное обеспечение SpatialAnalyzer тахеометра Leica TDRA 6000, разработанное компанией New River Kinematics, предназначено для обработки данных, полученных с различных измерительных систем, таких как теодолиты, тахеометры, лазерные трекеры, лазерные радары, лазерные сканеры, и др. SpatialAnalyzer – универсальный метрологический и аналитический пакет, разработанный для проведения измерений, проверки правильности полученных данных и выполнения сложного геометрического анализа. Пакет основан на центральной графической среде, которая обеспечивает вычислительную мощность, необходимую для ориентации сетей измерительных приборов, объединения систем измерения, основанных на любом числе общих точек или общих геометрических элементов, и вычисления границ погрешностей для каждой измеренной цели.

Основные преимущества и особенности программного обеспечения:

- возможность подключения практически всех промышленных измерительных систем;
- удобный графический интерфейс;
- уникальные алгоритмы обработки измерений;
- поддержка импорта/экспорта всех современных форматов CAD;
- различные процедуры привязки измерений к CAD моделям;
- возможность подключения нескольких измерительных систем к одному компьютеру;
- возможность удаленного доступа через локальную вычислительную сеть LAN;
- возможность on-line контроля за перемещением контролируемого объекта;
- функции обратного проектирования:
- создание CAD моделей по измеренным данным;
- возможность автоматизации измерений.

В процессе подготовки и настройки тахеометра к выполнению измерений проводят следующие работы:

- проверка соответствия прибора его характеристик, юстировка прибора при необходимости;
- комплектование оборудования в зависимости от вида работ, применяемых отражателей;
- зарядка аккумуляторов;
- установка и надежное закрепление тахеометра в подставке и на штативе, приведение прибора в рабочее положение, подключение к внешнему ПК;

Измерения аппарата «Ксилольная колонна» производим согласно разработанной схеме. Разработанная схема измерений была включена в паспорта корпуса сосуда, работающего под давлением. Наша задача состоит в том, чтобы проконтролировать внутренний диаметр корпуса аппарата в восьмидесяти сечениях и по каждому сечению рассчитать отклонение от относительной овальности корпуса аппарата, а также проконтролировать установку девяти опорных секторов:

- фактическое линейное расстояние между опорными секторами под установку колец;
- фактическое отклонение от плоскости опорных секторов;
- фактическое отклонение от перпендикулярности плоскости опорных секторов относительно центральной оси корпуса аппарата.

Подготовка тахеометра для проведения измерений включает выполнение ряда операций:

- установить тахеометр вовнутрь корпуса колонны аппарата так, чтобы максимально было видно контролируемые геометрические поверхности и объекты, для уменьшения количества переустановок тахеометра внутри корпуса аппарата;
- установить и надежно закрепить тахеометр в подставке и на штативе, привести прибор в рабочее положение, подключить к внешнему ПК;
- включить тахеометр;
- с помощью подъёмных винтов выставить в линии горизонта прибор по электронному уровню так, чтобы пузырек уровня находился в продольном и поперечном направлении в отметке $0 \pm 0,0002$ мм;
- ввести компенсационные поправки (температура, влажность), использовать портативный измеритель температуры и влажности CENTER 310;

- подключить тахеометр к внешнему ПК одним из способов: либо при помощи кабеля GEV218, либо по сети Bluetooth;

- на ПК запустить программу SpatialAnalyzer, добавить тахеометр Leica TDRA 6000 в коллекцию съёмки стоянка № 1, подключить тахеометр к ПК, проверить готовность прибора к съёмке.

Разработанная методика измерений параметров была адаптирована для проведения контроля Ксилольной колонны и включена в состав паспорта аппарата, пункт № 6 и пункт № 6а.

Согласно пункту № 6 паспорта сосуда, работающего под давлением, контролируемые параметры «Ксилольной колонны» следующие:

- измерение внутреннего диаметра аппарата в 80 сечениях, 3 сечения на каждой обечайке и по одному сечению на верхнем и нижнем днище;
- отклонение от относительной овальности корпуса внутреннего диаметра корпуса аппарата;
- отклонение от прямолинейности внутренней поверхности корпуса аппарата.

Согласно пункту № 6а паспорта контролируемые параметры колонны:

- фактическое расстояние между 98 опорными секторами под установку колец;
- фактическое отклонение от плоскости 98 опорных секторов;
- фактическое отклонение от перпендикулярности 98 опорных секторов относительно центральной оси корпуса аппарата.

Проведение измерений тахеометром Leica TDRA 6000 в автоматическом режиме и обработка данных осуществлялась программным обеспечением SpatialAnalyzer, в котором происходит весь процесс измерения, сбора и обработки полученных данных по координатам измеренных точек.

Выбор измерительной базы является главным из факторов, влияющих на процесс проведения измерения. Программное обеспечение SpatialAnalyzer позволяет после завершения процесса измерений менять измерительные базы и не изменять полученные результаты из-за погрешности применения различных баз измерений. Это позволяет обеспечить единство измерений при различных формах объектов с различными измерительными базами колонны.

Для колонны измерительной базой является центральная ось аппарата. За начало измерения линейных размеров принята линия ВТЛ – стыковка нижнего эллиптического днища с нижней частью корпуса ксилольной колонны.

На рис. 3 изображены облака точек корпуса после проведения измерений аппарата в 80 сечениях с углом поворота 10 градусов в каждом сечении. Было отснято более 3000 точек, характеризующих различные объекты, их геометрию, фактическое расположение внутри корпуса аппарата. Непрерывный процесс измерения аппарата составил около 12 часов. Непосредственный процесс обработки данных для получения результатов измерений и занесение их в отчёт составил более 3-х рабочих дней (суммарно более 24 часов).

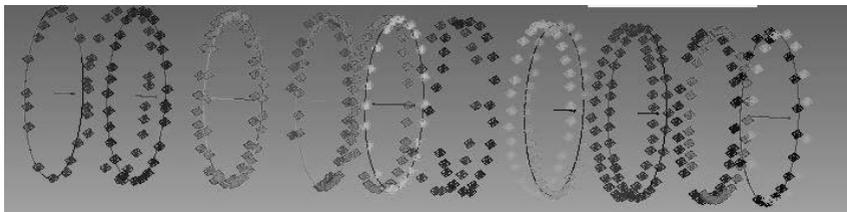


Рис. 3. Построенные элементы внутреннего диаметра по сечениям

Обработку результатов измерений выполняют способом вычислительных операций, дополнительных построений геометрических элементов по отснятым точкам, а также при выборе и создании измерительных баз. Геометрические элементы и характерные его реперные точки определяют один или несколько контролируемых параметров объекта контроля.

Полученные данные позволяют произвести расчет и определить:

- отклонение от относительной овальности корпуса;
- средний внутренний диаметр корпуса аппарата;
- отклонение от прямолинейности корпуса аппарата;
- отклонение от плоскостности опорных секторов;
- отклонение от перпендикулярности плоскости опорных секторов относительно центральной оси аппарата;
- фактическое линейное расстояние между опорными секторами.

Все полученные данные и отклонения определяются в соответствии с ГОСТ Р 53442–2009 относительно заданных баз по КД. Данные измерений заносятся в отчёт и в паспорт сосуда, работающего под давлением, в пункты № 6 и № 6а.

Отчёт с результатами измерений аппарата отправляется ведущему конструктору ОАО «УРАЛХИММАШ», совместно с инженерами по эксплуата-

ции (КИС) и технологами принимающему решение о пригодности изделия – аппарата Ксилольной колонны.

Ввод в эксплуатацию колонны запланирован на июнь 2015 года. Специалистами ОАО «Уралхиммаш» будут произведены дополнительные измерения по параметрам:

- отклонение от соосности полукорпусов после процесса сварки;
- выставка аппарата в вертикальное положение согласно РКД;
- установка съемных внутренних устройств колонны;
- расположение 40 штуцеров после выставки аппарата.

Список литературы

1. *Сертификация*, метрология и управление качеством: слов. / авт.-сост.: Б. Н. Гузанов, М. А. Черепанов [и др.]; под общ. ред. Б. Н. Гузанова. 2-е изд., доп. и перераб. Екатеринбург: Издательство ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2008. 246 с.

3. *Тарасюк О. В.* Проектирование компетентностно-ориентированного содержания дисциплин специальной подготовки студентов профессионально-педагогического вуза / О. В. Тарасюк, С. А. Башкова, М. А. Черепанов // Вестник Учебно-методического объединения по профессионально-педагогическому образованию. 2011. Вып. 1 (45). С. 45–55.

2. *Уральский завод химического машиностроения* [Электронный ресурс]: официальный сайт. Режим доступа: <http://ekb.ru>.

УДК 006.065.2

А. А. Коробельникова, Д. Г. Давыдова, С. В. Рогович
A. A. Korobelnikova, D. G. Davydova, S. V. Rogovich

Организация работ по проверке заключений экспертиз промышленной безопасности

Organizational work on revision the resolutions of industrial safety expertise

Аннотация. Рассматриваются вопросы экспертизы промышленной безопасности как инструмента подтверждения соответствия промышленного оборудования требованиям нормативной документации. Подчеркивается, что в настоящее время нормативная база по промышленной безопасности интенсивно развивается. Доказывается, что для обеспечения качества при подготовке заключений по результатам экспертизы промышленной безопасности целесообразна разработка стандарта экспертной организации, устанавливающего требования к составу и содержанию отчетной документации.

Abstract. The issues of examination of industrial safety as a tool for conformity of industrial equipment with the requirements of regulatory documents are considered. It's underlined