

КОМПЛЕКТ УНИВЕРСАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕЗЬБОВЫХ И УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТРУБ И МУФТ НЕФТЕГАЗОВОГО СОРТАМЕНТА

Сурков И.В., Петухов С.А.
(ЗАО «ЧелябНИИконтроль»)

Для специалистов трубной промышленности одним из важных направлений является повышение прочности, надежности и качества резьбовых соединений в изделиях нефтегазового комплекса.

Сегодня в нефтегазодобывающей отрасли России применяют резьбовые соединения изготовленные как по отечественным ГОСТам и техническим условиям, так и по соответствующим зарубежным стандартам, в том числе по спецификациям Американского нефтяного института (API). Конструкторскими коллективами предприятий ведутся разработки новых видов труб и муфт нефтегазового сортамента, в то время как метрологическим службам приходится перевооружать и дооснащать предприятия мерительным и испытательным оборудованием, в связи с увеличивающимися требованиями к качеству продукции.

Для контроля основных геометрических параметров резьбовых соединений метрологами предприятий используются как резьбовые калибры, так и универсальные средства измерения. Известно, что резьбовые калибры являются основным средством технического контроля в существующем производстве, так как имеют ряд преимуществ перед универсальными средствами измерения. Но и универсальные средства измерения имеют очевидные достоинства: универсальность, гибкость, возможность получения конкретного значения измеряемого параметра. Одним из крупнейших российских производителей этой продукции является Челябинский инструментальный завод (ЧИЗ). Традиционно ЧИЗ изготавливает и поставляет Заказчикам большую номенклатуру резьбовых калибров, а разработкой и изготовлением универсальных и специальных средств измерения и контроля занимается специализированное предприятие,

созданное в составе ЧИЗа – ЗАО «ЧелябНИИконтроль» (Челябинский научно-исследовательский и конструкторский институт средств измерения в машиностроении).

Так, с 2004 года ЗАО «ЧелябНИИконтроль» по заказу Трубной Металлургической Компании (ОАО ТМК) разработало целую гамму комплектов универсальных средств измерения для контроля параметров резьбы и уплотнительных элементов труб и муфт нефтегазового сортамента.

На первом этапе были разработаны и изготовлены приборы НИИК 01 (рис. 1а), НИИК 02 (рис. 1б), НИИК 03 (рис. 1в), НИИК 04 (рис. 1г).

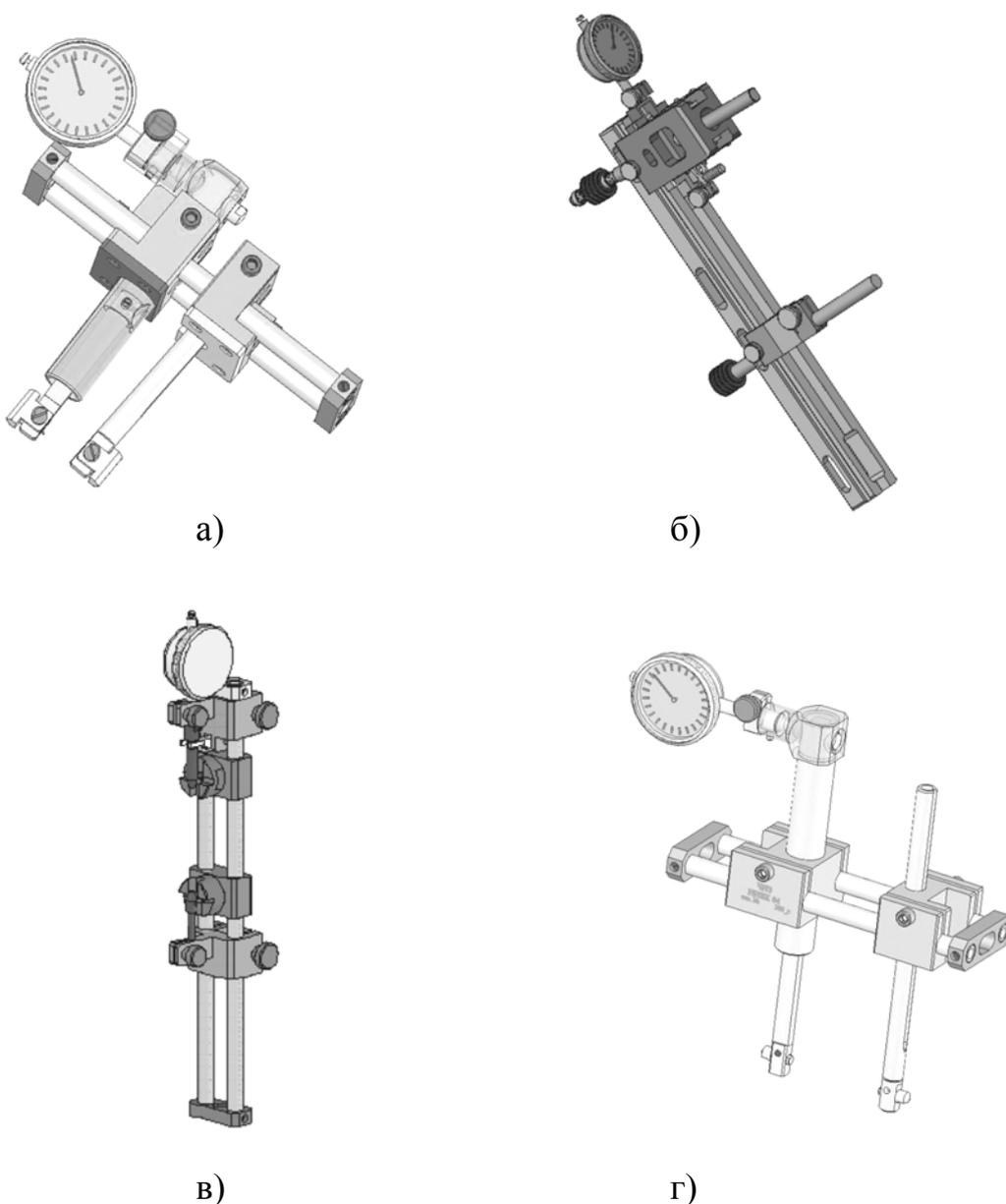


Рисунок 1 Внешний вид приборов первой группы

- НИИК 01 с наконечниками типа «сапожок» предназначенный для контроля отклонений внутреннего диаметра и овальности резьбы муфт, наружного диаметра и овальности резьбы труб в соединениях с различной конусностью;

- НИИК 02 с роликовыми наконечниками предназначенный для контроля отклонений внутреннего диаметра и овальности резьбы труб, наружного диаметра резьбы муфт в расчетной плоскости.

- НИИК 03 предназначенный для контроля диаметров, овальности и конусности уплотнительных поверхностей труб.

- НИИК 04 предназначенный для контроля диаметральных величин, овальности и конусности гладких уплотнительных поверхностей муфт с различной конусностью.

С февраля по май 2005 года эти приборы проходили испытания в лабораториях и цехах ОАО «ТАГМЕТ», параллельно проводилась работа по улучшению конструкции, эргономических и метрологических характеристик. В июле 2005 года проведено обучение работников ОАО «ТАГМЕТ» методике измерения данными приборами, после чего они были введены в технологические инструкции и по настоящее время используются при контроле. Эксплуатация данной гаммы приборов показала надежность их конструкций, стабильность результатов измерений, но при работе основным замечанием и пожеланием стало снижение веса.

В III-IV квартале 2005 года был разработан и внедрен на ОАО «ТАГМЕТ», «Синарский трубный завод», «Северский трубный завод» комплект приборов для контроля уплотнительных поверхностей труб и муфт нефтегазового сортамента. В этот комплект приборов входит НИИК 15 (рис. 2а), НИИК 16 (рис. 2б), НИИК 16М (рис. 2в), НИИК 17 (рис. 2г), НИИК 18 (рис. 2д), НИИК 32 (рис. 2е). Уменьшение степени универсальности (уменьшен диапазон регулирования) позволило упростить конструкции приборов и значительно снизить вес (до 30-50%).

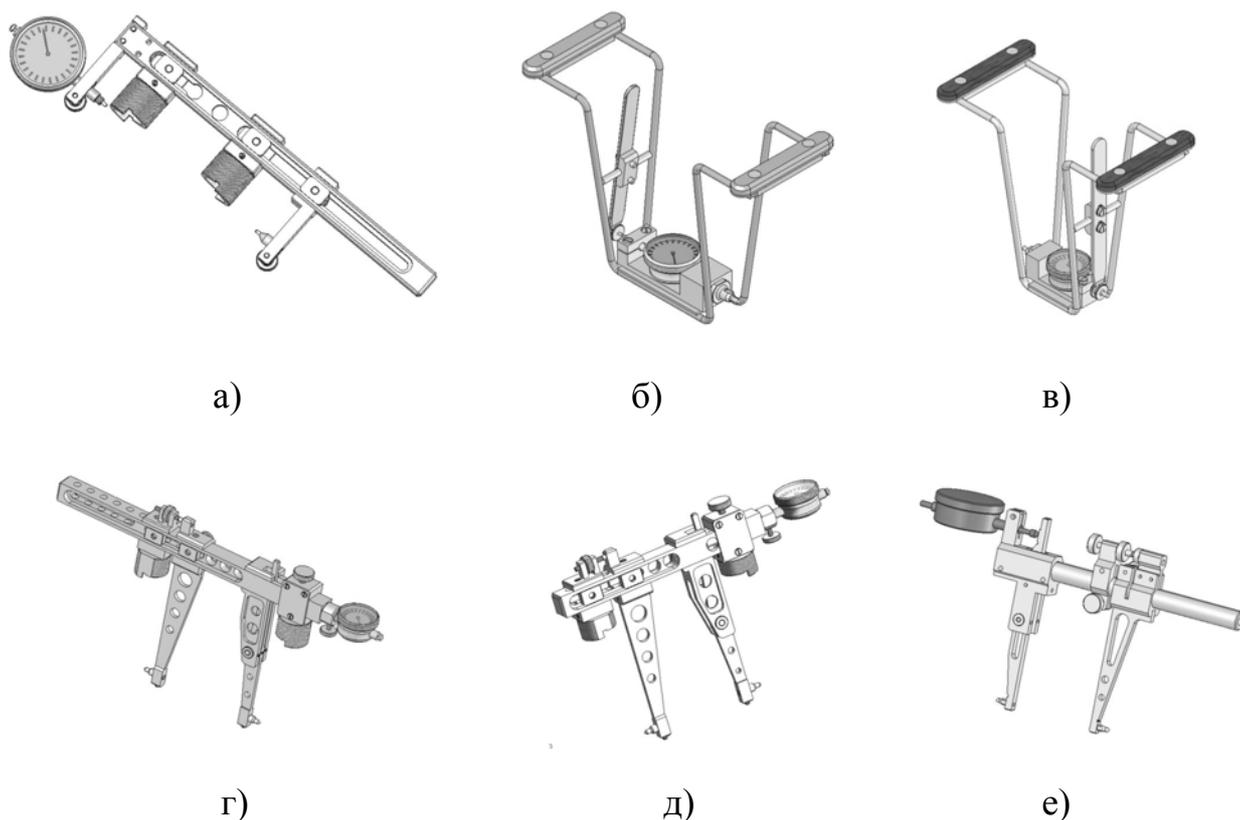


Рисунок 2 Внешний вид приборов второй группы

- НИИК 15 предназначенный для контроля диаметра и конусности уплотнительной поверхности труб резьбовых соединений.
- НИИК 16 и НИИК 16М предназначенный для контроля диаметра уплотнительной поверхности в муфтах резьбовых соединений.
- НИИК 17 и НИИК 18 предназначенные для контроля конусности уплотнительной поверхности в муфтах резьбовых соединений.
- НИИК 32 – Прибор для контроля конусности резьбы муфт.

Следующим этапом по улучшению разработанных средств измерения стала разработка модульной конструкции универсального средства измерения. В результате этой работы в мае 2006 года был изготовлен прибор НИИК 01У предназначенный для контроля параметров резьбы и уплотнительных элементов труб и муфт соединений нефтегазового сортамента в условиях производственных цехов и измерительных

лабораторий трубных заводов. В данном приборе сконцентрированы все возможности приборов НИИК 01 ÷ НИИК 04. Универсальность конструкции прибора, комплектация разнообразными наборами сменных модулей и наконечников позволяет собирать и гибко перенастраивать различные варианты исполнений прибора для контроля труб и муфт различных типоразмеров (от 60 до 340 мм) и конструкций соединений с конусностью от 1:4 до 1:32.

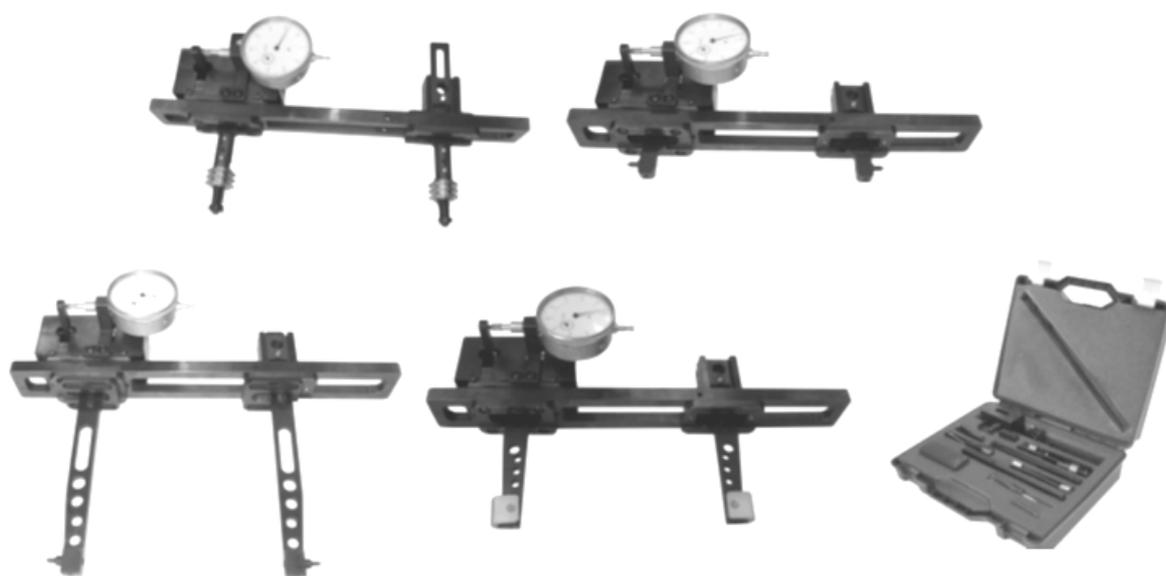


Рисунок 3 Внешний вид прибора НИИК 01У

В июле 2006 года данный прибор прошел государственные испытания и, получив положительные заключения специалистами ВНИИМ им. Менделеева, был отправлен для цеховых испытаний на ОАО «ТАГМЕТ».

Рассмотрим схему контроля параметров резьбовых соединений прибором НИИК 01.

Установка прибора НИИК 01 на проверяемые размеры L и D производится по рамочным шаблонам НИИК 07 (рис. 4а) для проверки резьбы муфты, НИИК 07-01 (рис. 4б) для проверки резьбы трубы, либо с помощью универсального прибора настройки НИИК 20 (рис. 5).

При настройке по шаблонам (рис. 6) прибор опорными пластинами устанавливается на его торец. Наконечники опускаются до упорных

поверхностей шаблона и фиксируются. Перемещением подвижной колодки обеспечивается контакт самоустанавливающихся наконечников с наклонными поверхностями эталона с натягом индикатора не менее 1 мм, тем самым прибор настраивается на измеряемый диаметр. Индикатор устанавливается на 0.

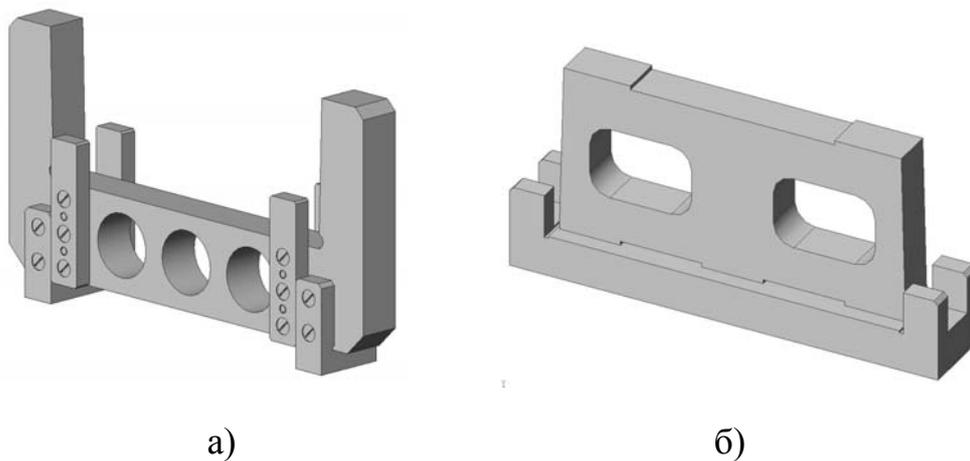


Рисунок 4 Внешний вид шаблонов

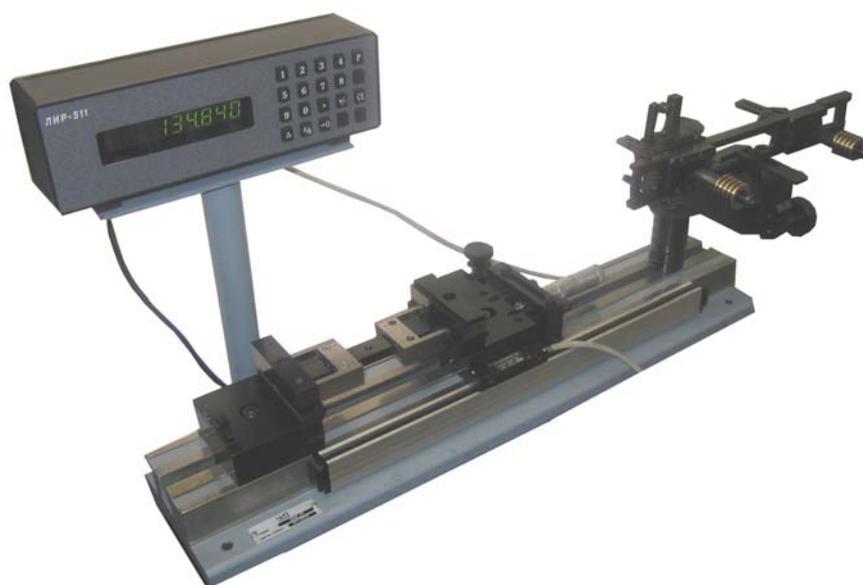


Рисунок 5 Внешний вид универсального прибора настройки НИИК 20

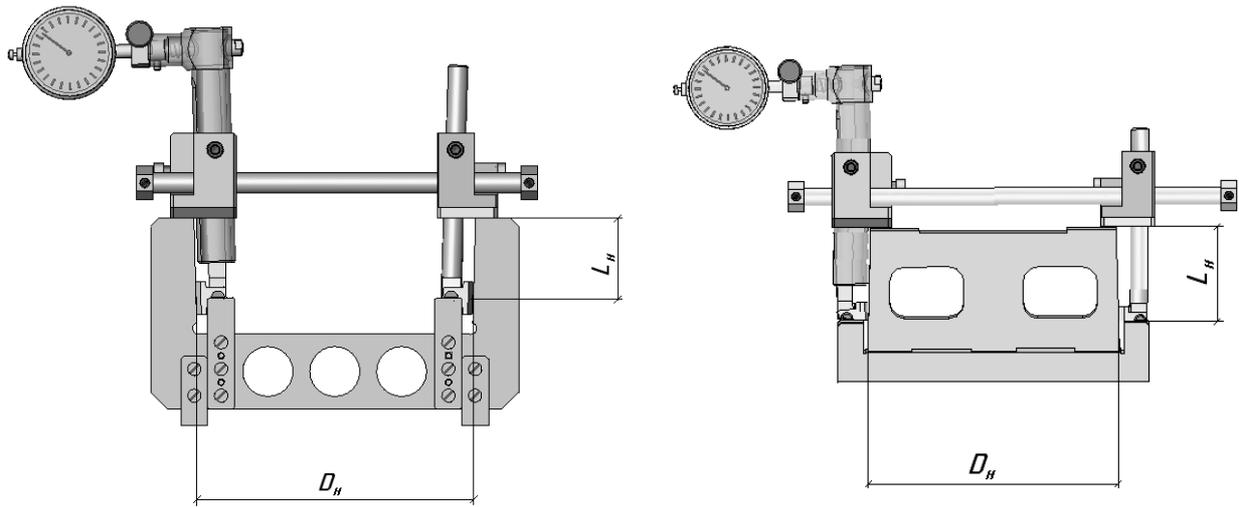


Рисунок 6 Установка прибора на проверяемые размеры по шаблонам

Отклонение стрелки индикатора от нуля покажет величину отклонения от настроенного по шаблону номинального диаметра трубы или муфты (рис. 7).

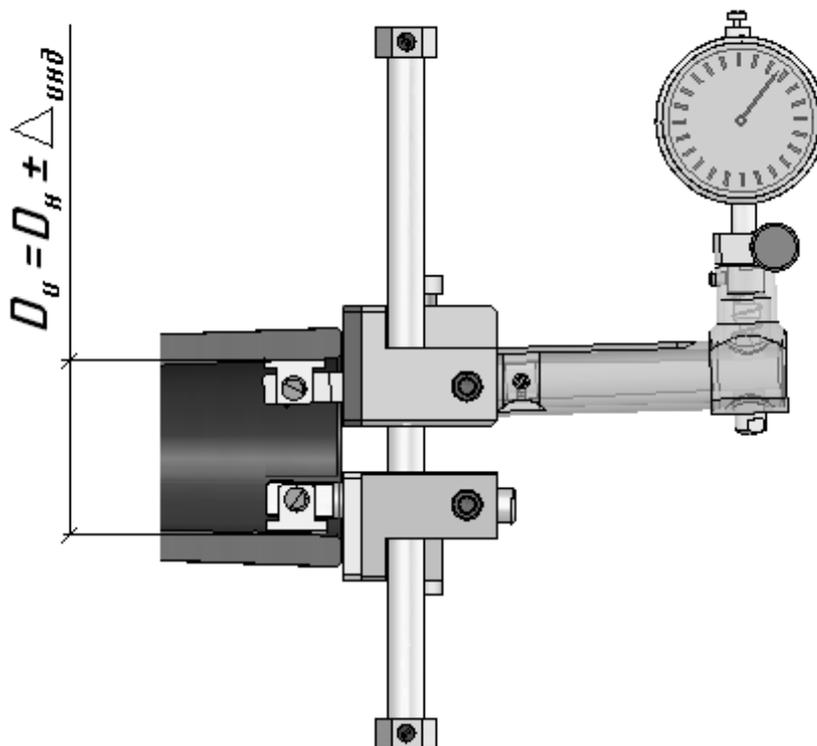


Рисунок 7 Схема контроля муфты прибором НИИК 01

Выбор средств измерения для обеспечения качества продукции на предприятиях осуществляется в настоящее время Заказчиком преимущественно с учетом технической документации (например, необходимой точности измерения в зависимости от допуска). Однако, специалистами ЗАО «ЧелябНИИконтроль» при разработке средств измерения помимо технических характеристик создаваемого средства анализируются метрологические, экономические и эстетические характеристики.

Разработка любого средства измерения ЗАО «ЧелябНИИконтроль» состоит из нескольких этапов:

Этап 1.

Одним из наиболее важных этапов является этап конструирования. Значимость его не только в том, что на этом этапе формируется концептуальный облик будущего изделия, но и в том, что на этапе конструирования создаются математически точные геометрические модели как отдельных деталей, так и всего изделия (рис. 8). На этом этапе используются такие функции САД-систем, как получение трехмерных геометрических моделей, метрические расчеты, реалистичная визуализация, взаимное перемещение объемных моделей.

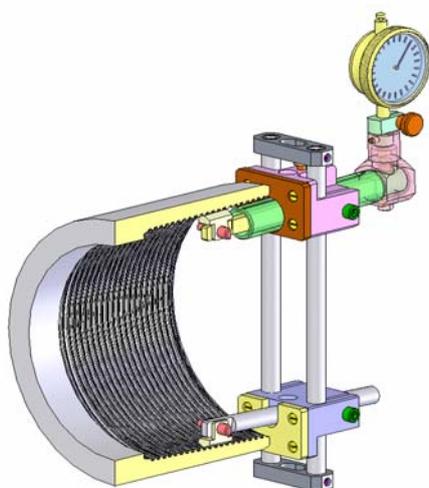


Рисунок 8 Анализ взаимного перемещения объектов при измерении

Этап 2.

Следующим этапом проектирования средства измерения является проработка его в САЕ-системе (рис. 9). Известно, что функции САЕ-систем довольно разнообразны, так как связаны с проектными процедурами анализа, моделирования, оптимизации проектных решений, поэтому специалистами ЗАО «ЧелябНИИконтроль» используются только процедуры моделирования полей физических величин, в том числе анализ прочности и расчет состояний моделируемых объектов. На этом этапе анализируется напряженно-деформированное состояние конструкции разрабатываемого средства измерения, делается вывод об оптимальности его геометрических параметров. После чего переходят к следующему этапу.

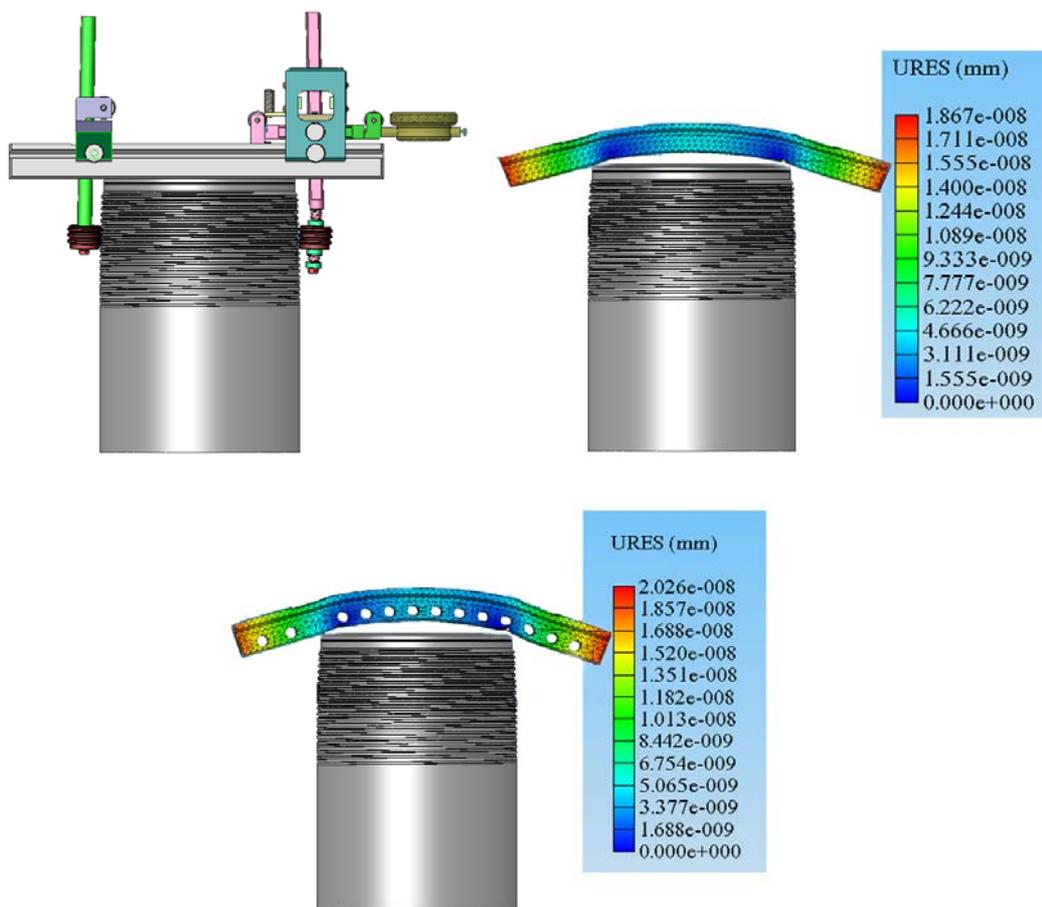


Рисунок 9 Анализ возможности облегчения конструкции

Этап 3.

На этом этапе спроектированное средство измерения разбивается на детали и узлы, для которых по объемным моделям изготавливают двумерные чертежи и оформляют конструкторскую документацию (рис. 10). После утверждения данные чертежи и документация попадает в цех, на участок изготовления.

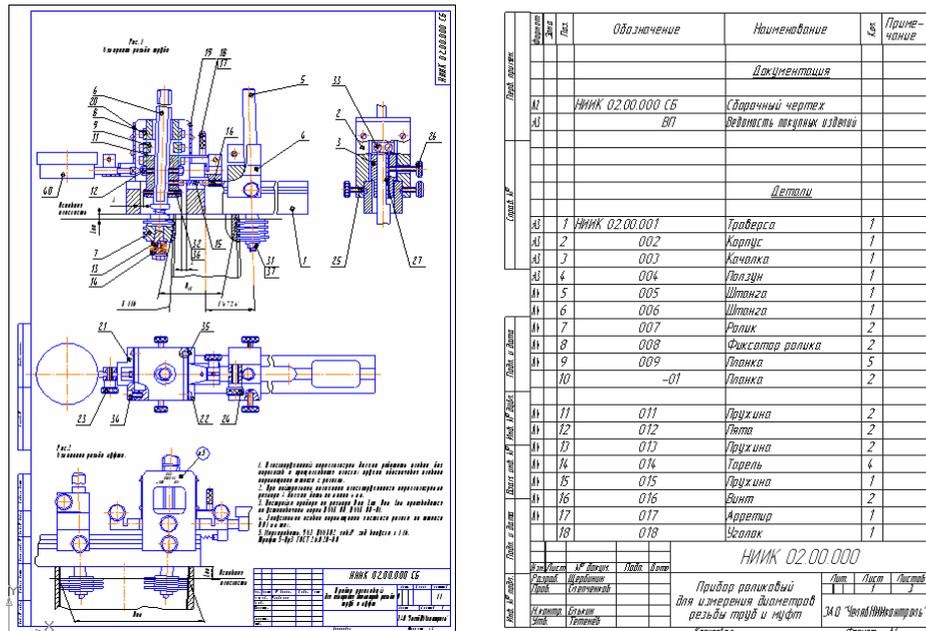


Рисунок 10 Оформление чертежей и конструкторской документации

Этап 4.

Этот этап разработки средств измерений проходят лишь детали повышенной сложности. Здесь для проектируемой детали при помощи САМ-систем производят моделирование процессов обработки, в том числе построение траекторий относительного движения инструмента и заготовки в процессе обработки, составление управляющих программ для технологического оборудования с числовым программным управлением.

Изготовленные средства измерения проходят испытания в современных лабораториях института, где высококвалифицированные метрологи делают вывод о соответствии средства измерения заданным техническим характеристикам.

В результате прохождения вышеперечисленных этапов ЗАО «ЧелябНИИконтроль» имеет вышеперечисленные универсальные средства измерения геометрических параметров резьбовых и уплотнительных поверхностей труб и муфт нефтегазового сортамента.