

УДК 621.922.04

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОЧНОСТИ И СТАБИЛЬНОСТИ
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВНУТРЕННИХ ГЕРМЕТИЧЕСКИХ РЕЗЬБ
В ГОРЛОВИНАХ ГАЗОВЫХ БАЛЛОНОВ В УСЛОВИЯХ
КРУПНОСЕРИЙНОГО И МАССОВОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Новиков Ф.В., докт. техн. наук, **Иванов И.Е.**

(г. Харьков, г. Мариуполь, Украина)

Предложен и обоснован эффективный технологический процесс механической обработки высокоточного резьбового отверстия в горловине баллона

В настоящее время для нужд различных отраслей производства и сфер обслуживания производится большой ассортимент различных баллонов: автомобильные – применяемые в автомобильной промышленности, бытовые – для бытовых нужд населения, углекислотные – применяемые в пищевой промышленности, кислородные – применяемые в медицине, а также для сварки и резки металла, баллоны-огнетушители, которые применяются для пожаротушения. Наибольшую долю в общем производстве баллонов занимают автомобильные баллоны. Они рассчитаны на высокое рабочее давление 19,6 МПа и объем 50 литров, изготавливаются из стальных бесшовных труб – из легированной (конструкционной хромомолибденовой) стали марки 30ХМА ГОСТ 4543-71 – путем последовательной закатки днища и горловины. Основным конструктивным элементом баллона является вентиль, который служит для заполнения газом баллона, а также для «открывания» и «закрывания» подачи топлива.

Существуют различные маршруты изготовления баллонов, однако в итоге они сводятся к нескольким типовым, которые и положены в основу технологических процессов, используемых на Уральском металлургическом заводе и Мариупольском металлургическом комбинате. Необходимо отметить, что все производство автомобильных баллонов – массовое и конвейерное, характеризуется применением автоматических и поточных механизмов. Поэтому появление брака продукции при таком производстве ведет к большим убыткам.

Первоначально поступающие в цех горячекатаные трубы (с температурой нагрева металла 400–900⁰С) разрезают на трубонарезных станках для резки труб на мерные заготовки длиной 1707–1713 мм. После резки производится последовательный нагрев и закатка днища и горловины баллона в закатных машинах методами пластического деформирования. В процессе закатки возможно получение достаточно точных размеров горловины баллона, что крайне важно для качественного изготовления в ней отверстия с конической резьбой, предназначенного для ввинчивания вентиля, рис.1. Согласно техническим требованиям, вентиль должен плотно ввинчиваться в отверстие и не допускать потравливания газа из баллона, так как это может привести к воспламенению газа и взрыву. В связи с этим, предусмотрено нарезание в отверстии конической резьбы типа К29ГАЗ. Количество винтов резьбы с полным профилем в горловине должно быть не менее 6.

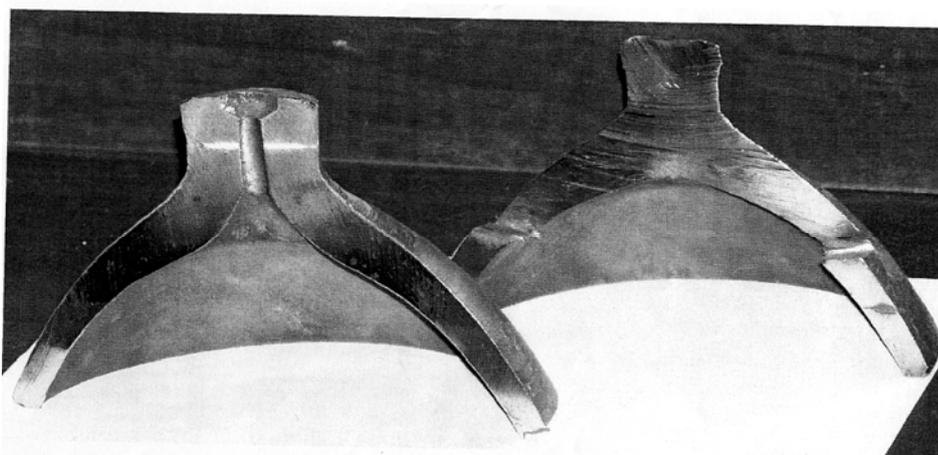


Рис. 1. Горловины баллонов в разрезе.

Однако, выполнить указанные технические требования весьма сложно, что приводит к высокому уровню брака. По имеющимся данным, именно при механической обработке резьбы в горловине баллонов брак достигает 15%. Это связано с несовершенством действующего технологического процесса механической обработки резьбового отверстия в горловине баллона, характеристики которого приведены в табл. 1 и на рис. 2.

Таблица 1

Характеристики технологического процесса обработки

№ п/п	Содержание переходов	Инструмент	Диаметр обработки, мм	Длина обработки, мм	Скорость резания, м/мин	Подача, мм/об	Частота вращения, об/мин
1	зацентрировать торцы горловины сверлом $\varnothing 32$ мм	сверло 2301-0113 ГОСТ10903-77	32	14	18,1	0,28	180
2	сверлить отверстие $\varnothing 21$ мм	сверло 2301-0073 ГОСТ10903-77	21	30	16,5	0,2	250
3	подрезать торец начерно	резец АМ 14976-503	46	4+1	43,3	0,2	250
4	обточить пояс $\varnothing 46-03$ мм с чистовой подрезкой торца в размер $10+0,5$ мм	резец АМ 14976-502, резец АМ 14976-503	55 46/25,4	10+1 1	43 36	0,2	250 250
5	зенкеровать конус отверстия под резьбу коническую $\varnothing 27,8$ мм ГОСТ 9909-70	зенкер конический АС14976-500.501	25,4/21		10	0,4	125
6	нарезать резьбу $\varnothing 27,8$ мм	метчик АР-2-497	27,8	17,667	3,75	1,814	43

Анализ действующего технологического процесса показал, что базовые приспособления установлены на станинах не соосно со шпинделем станка и

зачастую плохо закреплены. Это приводит к перекоосу инструмента, баллона, а отсюда и к частым поломкам, большому биению инструмента, износу направляющих станины станка.

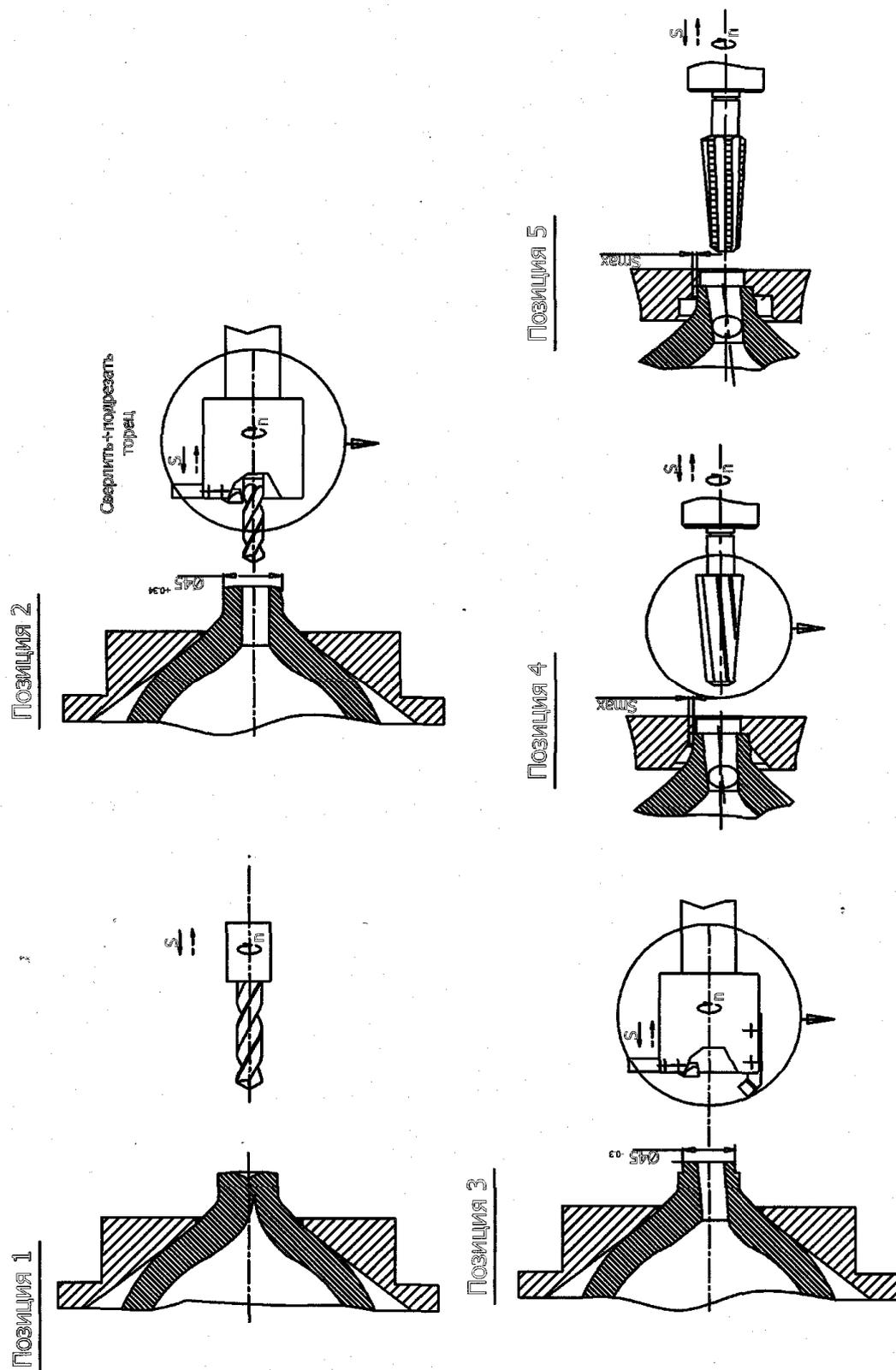


Рис. 2. Действующий (базовый) технологический процесс механической обработки резьбового отверстия в горловине автомобильного баллона.

Кроме того, выбранные базовые поверхности создают значительные погрешности базирования. Так, если у обрабатываемого баллона пояс выполнен с наименьшим допуском, т.е. диаметр пояса равен 47,1 мм, или эксцентриситет пояса относительно наружной поверхности баллона составляет в среднем 0,64 мм, то погрешность установки баллона в приспособлении составит 1,5–1,7 мм. Это приведет к тому, что отверстие в баллоне в данном случае будет обработано не по центру горловины, а из-за биения сверла может быть разбито и иметь овальную форму. Отклонение от круглости в среднем составляет 0,22 мм.

После термической обработки перед развёртыванием отверстия, чтобы снять окалину, пояс ещё раз обрабатывается. Однако, это приводит к появлению новых погрешностей, влияющих в ещё большей степени на дальнейшую обработку. Зачастую при развёртывании применяется нестандартный режущий инструмент, изготовленный из сверла. Кроме того, из-за отклонения торца горловины от базовой поверхности после обработки на первой операции наблюдается колебание высоты горловины, что приводит к появлению брака при развёртывании и особенно при нарезании резьбы. Чтобы как-то этого избежать, оставляют большие припуски под резьбу, что приводит к заклиниванию метчиков и их поломке.

Из этого можно заключить, что выбранные в действующем технологическом процессе схемы базирования приводят к значительным погрешностям, а именно: отклонению от соосности оси отверстия относительно оси наружного диаметра горловины; отклонению от перпендикулярности торца к оси наружного диаметра горловины. Поэтому достижение требуемой точности обработки возможно только при изменении схемы базирования баллона и увеличении жесткости и точности технологической системы. В связи с этим, нами был разработан новый технологический маршрут механической обработки с применением прогрессивной схемы базирования и способа корректировки рабочих ходов, специальных приспособлений и режущего инструмента [1, 2], рис. 3.

С целью повышения точности получаемых размеров, взаимного расположения поверхностей отверстия и наружного диаметра, а также формы обрабатываемых элементов, разработана, изготовлена и внедрена инструментальная головка, осуществляющая одновременно сверление отверстия диаметром 22 мм, подрезку торца и наружное обтачивание (рис. 4). Она представляет собой цилиндрический ступенчатый корпус с пазами для крепления резцов со ступенчатым центральным отверстием для установки сверла. Концентрация операции возлагает задачу обеспечения точности взаимного расположения обрабатываемых поверхностей на высококвалифицированного рабочего инструментального производства; позволяет значительно сократить основное время за счет его совмещения, а также сократить вспомогательное время на установку и снятие заготовки благодаря уменьшению общего количества установок. В свою очередь, концентрация операции приводит к увеличению упругих деформаций технологической системы, которые обуславливают увеличение систематических и случайных погрешностей. Поэтому с целью повышения жесткости технологической системы разработан и внедрен кондуктор (рис. 5), воспринимающий реакции сил резания. Кондуктор представляет собой корпус с подшип-

никами качения и кондукторную втулку. Корпус установлен между фланцами, закрепленными на базирующем кронштейне с помощью анкерных болтов.

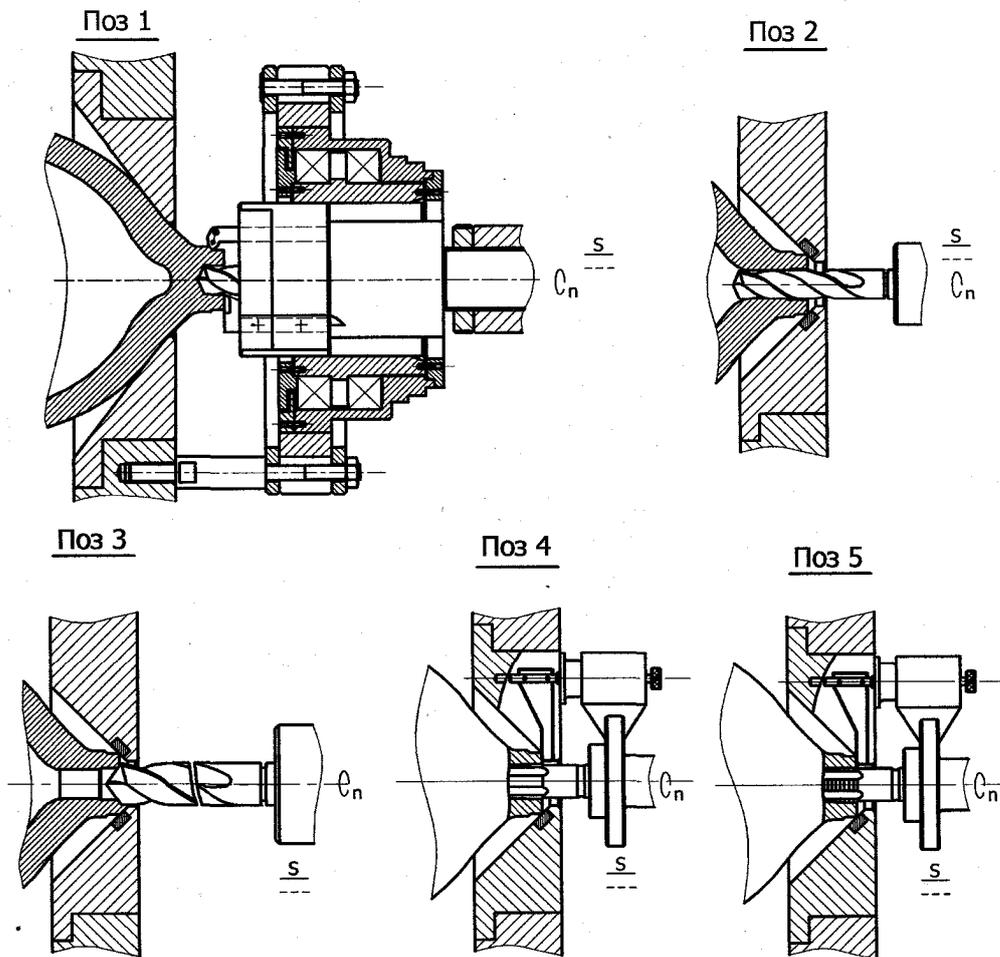


Рис. 3. Новый технологический процесс механической обработки резьбового отверстия в горловине автомобильного баллона.

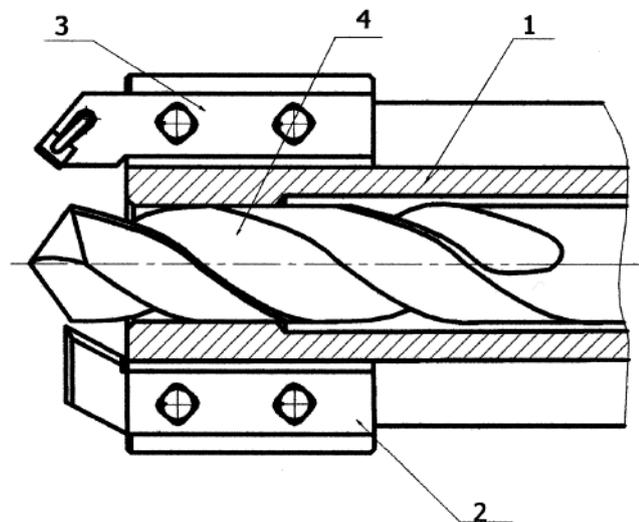


Рис. 4. Инструментальная головка: 1 – корпус; 2, 3 – подрезной и проходной резцы; 4 – сверло.

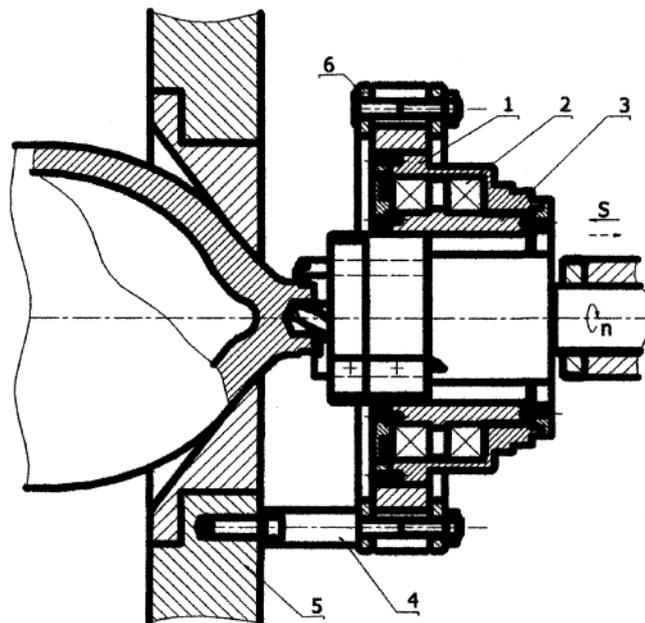


Рис. 5. Кондуктор: 1 – корпус; 2 – подшипник качения; 3 – кондукторная втулка; 4 – анкерный болт; 5 – базирующий кронштейн; 6 – фланцы.

Предложена и реализована в условиях действующего производства принципиально новая схема базирования баллонов на протяжении всего технологического маршрута их механической обработки. Ее суть состоит в том, что после обработки цилиндрического пояса и торца горловины баллона от черновой базы образовавшаяся кромка принимается за чистовую базу с базированием на внутреннюю коническую поверхность опорного элемента (тарелки). Иными словами, для остальных позиций технологического процесса основными базами будут являться поверхности, обработанные на первой позиции, а именно: наружный диаметр и торец горловины баллона; с целью материализации оси баллона предусмотрено использование базирующего конуса. Это позволило полностью ликвидировать погрешности базирования горловины баллона в радиальном направлении.

Выдержав требования по соосности оси отверстия и шпинделя станка, данная схема базирования вызывает смещение торца горловины баллона. Смещение определяется по зависимости: $\omega_l = Td / 2tg \frac{\alpha}{2}$, где Td – допуск наружного диаметра горловины, мм; α – угол базирующего конуса.

С целью реализации процесса выверки положения обрабатываемой заготовки в условиях крупносерийного производства разработана и изготовлена система автоматизированной подналадки останова рабочего хода инструментальной головки, рис. 6. Система позволяет корректировать рабочий ход инструментальной головки в зависимости от глубины вхождения горловины баллона в базирующий конус при различных диаметрах горловин в пределах допуска. Система подналадки представляет собой комплект деталей, смонтированных на тарелке с базирующим конусом, вдоль образующей которого выполнен паз, в нем размещен подпружиненный упор. На стержне упора жестко закреплена пластина, обеспечивающая срабатывание емкостного датчика КВП-8. Под-

наладка останова рабочего хода инструментальной головки достигается тем, что при установке баллона с меньшим наружным диаметром горловины, последняя несколько глубже входит в центрирующий конус и, следовательно, дальше выталкивает упор с пластиной, благодаря чему датчик срабатывает раньше, обеспечивая постоянную глубину подачи инструмента в горловину баллона. Точность останова инструментальной головки определяется точностью срабатывания датчика и равняется 0,15 мм.

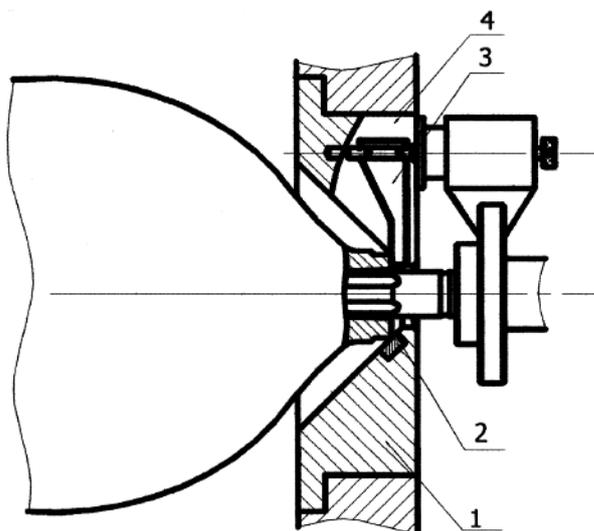


Рис. 6. Схема наладки останова рабочего хода инструментальной головки:
1 – базированный конус; 2 – торец горловины; 3 – подпружиненный упор; 4 – паз.

Таким образом, возникающая при обработке погрешность базирования в осевом направлении компенсируется установкой пластины емкостного датчика на специальный упор, контактирующий с обработанным торцом горловины баллона. Это позволяет в каждом конкретном случае обработки ход инструментальной головки определить положением торца горловины. При обработке баллонов с разными диаметрами горловин рабочий ход инструментальной головки изменяется на величину, соответствующую более или менее глубокой посадке баллона в конической части тарелки, что обеспечивает получение размера конуса и резьбы с точностью $\pm 0,75 \cdot P$, где P – шаг нарезаемой резьбы, равный 1,815 мм, т.е. допуск составляет $\pm 1,4$ мм.

Таблица 2

Показатели качества обработки для базового и нового технологических процессов

Варианты технологического процесса	Всего обработано баллонов, шт	Всего забраковано баллонов, шт/%	В том числе по видам дефектов, шт/%				
			рваная резьба	прослабленная резьба	тугая резьба	неполный профиль резьбы	поломка метчика
базовый	1670	260/15,5	72/4,31	48/2,84	46/2,75	38/2,27	56/3,35
новый	1670	22/1,31	6/0,35	4/0,24	4/0,24	3/0,18	5/0,3

Для выверки (юстировки) положения осей шпиндельных инструментальных головок относительно осей базирования баллонов разработаны, изготовлены и внедрены контрольные устройства, позволяющие выставлять оси шпинделей инструментальных головок относительно приспособлений с точностью 0,005 мм.

Применение нового технологического процесса механической обработки позволило существенно повысить точность и качество изготовления резьбовых отверстий в горловинах автомобильных баллонов, табл. 2.

Литература: 1. Иванов И.Е., Новиков Ф.В. Влияние методов формообразования на точность механообработки. – Физические и компьютерные технологии. Труды 11-й Межд. научн.-техн. конф. – Харьков: ХНПК “ФЭД”, 2005. – С. 108–113. 2. Матвеев В.В. Нарезание точных резьб (машинными метчиками). – М.: Машиностроение, 1968. – 116 с. 3. Иванов И.Е. Расчет погрешности формообразования при механической обработке // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. – “Технічний сервіс АПК, техніка та технології у сільськогосподарському машинобудуванні”. – 2005. – Вип. 33. – С. 143-148.