

БУЛГАКОВА ИРИНА ИГОРЕВНА

Обеспечение требуемой размерной точности при высокопроизводительной
механической обработке лапы бурового трехшарошечного долота
III 244,5 ОК-ПВ.5

6N0712 - Машиностроение

Автореферат

диссертации на соискание академической степени магистра технических наук

Республика Казахстан

Усть-Каменогорск, 2011

Работа выполнена в Восточно-Казахстанском Государственном техническом университете им. Д. Серикбаева и АО «Востокмашзавод»

Научный руководитель: кандидат технических наук, профессор
Лопухов Юрий Иванович

Официальный оппонент: доктор технических наук, профессор
Шеров Карибек Тагаевич

Защита состоится «20» июня 2011 года в 9.00 часов на заседании диссертационного совета Восточно-Казахстанского Государственного технического университета им. Д. Серикбаева по адресу: г. Усть-Каменогорск, ул. Дзержинского 7/2.

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической библиотеке Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева.

Автореферат разослан «20» мая 2011 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Капаева Саркен Джулгазывна

Диссертация состоит из введения, трех разделов, заключения, изложенная на 79 страницах и содержит: 21 рисунок, 11 таблиц, список литературы из 9 наименований.

Ключевые слова: технологический процесс, базирование, размерная точность, погрешность базирования, поле рассеяния, спецприспособление, технологическая база, закон нормального распределения, кривая Гаусса, допуск на размер.

Актуальность исследования заключается в повышении эффективности машиностроительного производства и горнодобывающей отрасли за счет обеспечения технологией изготовления требуемой размерной точности лапы бурового трехшарошечного долота при ее мехобработке.

Цель исследования - выявление размеров лапы бурового трехшарошечного долота с отступлениями от конструкторской документации и причин их возникновения.

Метод исследования. При выполнении работы применялся метод математической статистики и теории вероятностей при обработке экспериментальных данных.

Полученные результаты.

1) выявлены размеры лапы бурового трехшарошечного долота, стабильно имеющие отступления от конструкторской документации;

2) выявлены нарушения принципов технологического базирования на операциях изготовления лапы бурового трехшарошечного долота;

3) разработан операционный технологический процесс изготовления лапы бурового трехшарошечного долота с учетом обеспечения принципа базирования;

4) разработаны спецприспособления для технологического оснащения механообрабатывающего оборудования при механической обработке лапы бурового трехшарошечного долота, исключающие погрешности базирования, а, следовательно, обеспечивающие стабильную требуемую размерную точность детали.

Научная новизна работы.

1) определено, что существующий традиционный способ базирования при механической обработке лапы бурового трехшарошечного долота вызывает погрешности базирования от несовмещения технологических баз с конструкторскими (измерительными) и снижает ее размерную точность;

2) разработан новый способ базирования лапы бурового трехшарошечного долота обеспечивающий стабильное получение требуемой точности ее размеров;

3) разработаны спецприспособления для технологического оснащения металлообрабатывающего оборудования, обеспечивающие стабильную требуемую точность получаемых размеров при мехобработке лапы бурового трехшарошечного долота.

Практическая значимость работы.

Результаты исследований явились основой для разработки нового способа базирования лапы бурового трехшарошечного долота при ее мехообработке и промышленного внедрения спецприспособлений для технологического оснащения металлообрабатывающего оборудования, что позволило обеспечить требуемую размерную точность детали и снизить трудоемкость ее изготовления.

Сведения о публикациях. По теме диссертации опубликовано 2 статьи.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дана оценка современного состояния решаемой технологической проблемы; приведены основание и исходные данные для разработки темы, обоснована необходимость проведения данной экспериментально-исследовательской работы. Также показана актуальность и новизна темы; приведены цели, объект и предмет исследования.

В первой главе на основании литературных данных выполнен анализ конструктивно - технологических проблем, оказывающих влияние на эксплуатационные свойства бурового инструмента. Установлено, что на надежность и долговечность работы бурового долота влияет точность изготовления его сопрягаемых деталей, т.е. обеспечение технологией изготовления их важнейших геометрических параметров. Это можно достигнуть изменением способа базирования детали, что потребует разработки специальной технологической оснастки по группам токарных, фрезерных станков.

Вторая глава посвящена экспериментальным и теоретическим исследованиям по выбранной теме. Было выбрано и обосновано направление исследования, проведены исследования погрешностей обработки и выбора технологических баз в действующем техпроцессе изготовления лапы.

При проведении исследования был использован метод математической статистики и теории вероятностей при обработке экспериментальных данных.

В соответствии с теоретическими основами технологии машиностроения техпроцесс изготовления обеспечивает надежность получения размера при условии, что поле рассеяния ω размера будет меньше либо равно полю допуска T на размер:

$$T \geq \omega.$$

Поле рассеяния можно рассчитать по результатам замера небольшой партии деталей с применением закона Гаусса из теории вероятностей.

Для выявления размеров, имеющих отклонения сверх допустимых, были проведены замеры размеров у 5 лап долота.

Результаты замеров представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты замеров

Размер	№ детали				
	1	2	3	4	5
$\varnothing 57,7_{-0,05}$	57,62	57,75	57,72	57,70	57,72
$\varnothing 59,7_{-0,05}$	59,58	59,62	59,63	59,64	59,62
$\varnothing 28,1_{-0,05}$	28,1	28,09	28,09	28,05	28,1
$0,5\pm 0,1$	0,195	0,295	0,91	0,235	0,23
$183\pm 0,1$	183,58	183,36	182,87	183,24	183,76
$77,1\pm 0,1$	77,05	77,05	77,58	77,0	77,41
$54^\circ\pm 10'$	$53^\circ 45'$	$54^\circ 20'$	$54^\circ 19'$	$54^\circ 16'$	$54^\circ 13'$
$R 121_{-0,5}$	120,54	121,03	121,35	120,34	121,14
$12,1_{-0,05}$	12,07	12,07	12,08	12,08	12,07
$32,5_{-0,15}$	32,41	32,47	32,43	32,4	32,44

С учетом сопутствующих погрешностей измерения результаты замеров показывают, что отклонения от требований чертежа лапы имеют размеры: $0,5\pm 0,1$ (14-ый квалитет точности), $77,1\pm 0,1$ (11-ый квалитет точности) и $183\pm 0,1$ (10-ый квалитет точности), по которым рассчитываем поля рассеяния размеров.

Проведя замеры небольшой партии деталей и расчет полей рассеяния размеров, было выявлено, что поле рассеяния каждого размера значительно превышает поле допуска на размер, что свидетельствует о том, что надежность техпроцесса изготовления лапы в действующем производстве очень низкая с большой вероятностью возникновения брака, достигающей 70%...80%.

Для наглядной оценки соотношения величины поля рассеяния с величиной допуска по важнейшим размерам лапы произведены расчеты характерных значений для построения графиков полей нормального рассеяния (по закону Гаусса), в соответствии с которыми произведено построение этих графиков (рисунки 1,2 и 3).

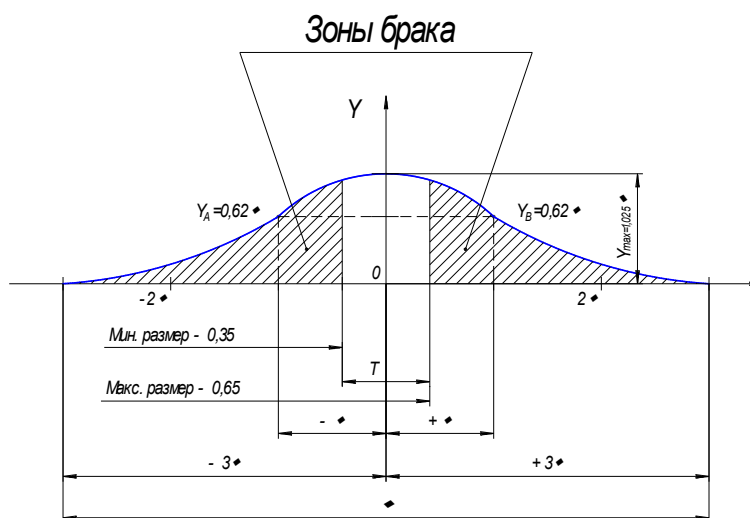


Рисунок 1 – Поле рассеяния и зоны брака по размеру $0,5\pm 0,15$

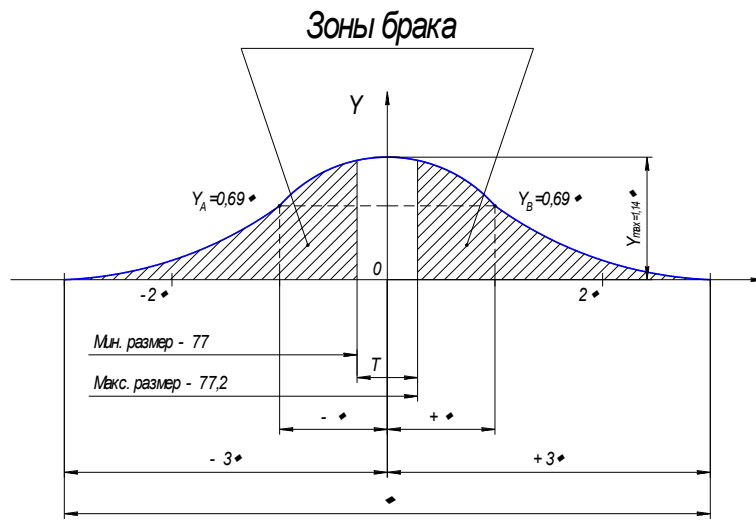


Рисунок 2 – Поле рассеяния и зоны брака по размеру $77,1 \pm 0,1$

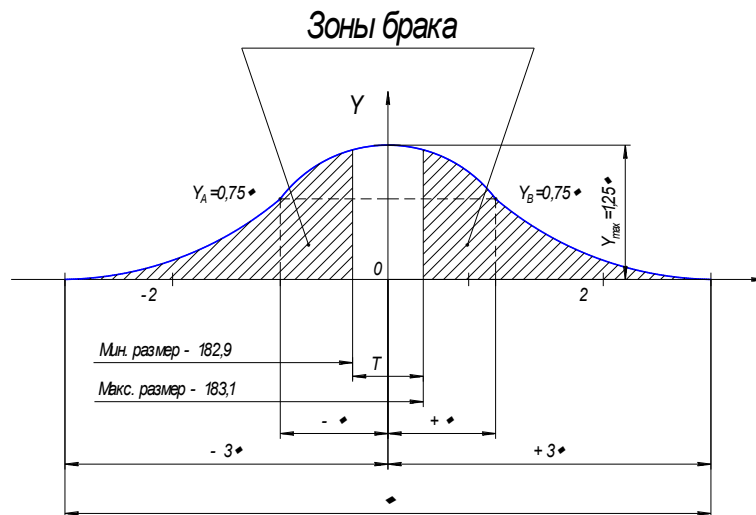


Рисунок 3 – Поле рассеяния и зоны брака по размеру $183 \pm 0,1$

В связи с тем, что погрешности обработки, величина которых может составлять сотые доли миллиметра, кроме погрешности базирования, которая может составлять несколько миллиметров, в первую очередь исследован вопрос выбора технологических баз по действующему техпроцессу изготовления лапы бурового трехшарошечного долота.

Был проведен анализ чертежа лапы на технологичность и были выявлены замечания и внесены изменения.

Согласно правилам выбора черновых технологических баз теоретических основ машиностроения для первой операции мехобработки в качестве технологических баз выбраны поверхности, остающиеся в детали без мехобработки, чтобы обеспечить правильное взаиморасположение обработанных и необработанных поверхностей. Первый принцип технологии машиностроения о единстве баз требует совмещения технологической базы с конструкторской (измерительной). Для наших важных размеров лапы конструкторскими (измерительными) базами являются ось долота и «полюс»

долота (точка пересечения оси цапфы лапы с осью долота).

На первой операции мехобработки лапы в действующем техпроцессе по получению чистовых технологических баз нарушены и правило, и принцип: одной из черновых баз принята обрабатываемая в будущем поверхность двугранного угла с большими колебаниями припуска, а вторая черновая база, точка скоса под углом 80° к оси долота, не совпадает с конструкторской базой – «полюсом» долота. В результате полученные промежуточные чистовые технологические базы (две выемки и уступ на хвостовике лапы) приняты на следующей операции для получения вторых чистовых технологических баз: полустового двугранника и технологического отверстия на одной из его граней тем самым нарушается второй принцип теории основ машиностроения о постоянстве технологических баз на всех технологических операциях во избежание погрешности базирования от смены технологических баз.

Следовательно, к погрешностям базирования на первой операции прибавляются еще допуски на выполнение первых чистовых технологических баз, а затем на следующей операции еще возникают случайные погрешности базирования, то полученные с большими погрешностями полустовой двугранник и технологическое отверстие на одной из его граней не могут быть приняты в качестве технологических баз для следующих операций.

Несмотря на это для токарной обработки цапфы лапы в действующем техпроцессе предусматривается получение третьих чистовых технологических баз – центровых отверстий по торцам цапфы лапы. Эта будущая смена искусственных технологических баз снова приводит к погрешности базирования.

Так образом, многочисленные нарушения правил выбора черновых технологических баз и принципов базирования в действующем техпроцессе изготовления лапы приводят к громадным отклонениям по важнейшим размерам лапы (что и подтверждается замерами).

В третьей главе представлены предложения по изменению базирования лапы, разработаны спецприспособления для мехобработки лапы и приведены результаты практического применения разработанного способа базирования с применением спецприспособлений для технологического оснащения металлообрабатывающего оборудования.

Вместо создания на первой операции механической обработки лапы промежуточных искусственных технологических баз (отсутствующих в конструкции лапы поверхностей), а затем от них получить следующие чистовые технологические базы: грани двугранника и технологическое отверстие на одной из его граней, предусмотрено сразу их выполнение. При этом выбранные черновые технологические базы совмещены с конструкторскими (измерительными): осью долота и его «полюсом». В качестве одной такой черновой базы принято необрабатываемое тело лапы, находящееся под углом 36° к оси долота и на расстоянии $116+1$ мм от «полюса» долота. Эта база при ее расположении под углом 36° к направлению подачи обеспечивает параллельность обработанных граней двугранника к будущей оси

Базирование лапы по черновой базе - по ее необрабатываемому телу, расположенному на расстоянии $166,5 \pm 0,5$ от «полюса» долота, осуществляется на жесткой закаленной опоре предусмотренной в спецприспособлении и расположенной под углом $54^\circ \pm 10'$ к основанию приспособления.

По скрытой технологической базе – оси штампованной цапфы, имеющей коническую форму, базирование осуществляется с помощью, предусмотренной в спецприспособлении, закаленной втулки, которая подпружинена для компенсации колебания размеров штамповки лапы.

Для базирования лапы по третьей скрытой черновой технологической базе – плоскости симметрии штампованного двугранника, обеспечивая ее вертикальное положение и ее смещение на $0,5 \pm 0,15$ мм от вертикальной плоскости, проходящей через ось цапфы, в спецприспособлении предусмотрен направленный призматический прижим, выполненный призмой с закаленными радиусными губками, которая подпружинена для компенсации колебания размеров штамповки лапы.

Зажим лапы осуществляется гидроцилиндром от гидростанции станка через предусмотренные в спецприспособлении штуцера.

С целью обеспечения требуемых на первой операции мехобработки лапы взаимосвязанных между собой размеров в конструкции спецприспособления предусмотрена измерительная площадка и отдельная сборочная единица – контрольный двухпредельный калибр, имеющий измерительную двухступенчатую ножку с проходной и не проходной ступеньками, который базируется на профрезерованном двуграннике (рисунок 6).

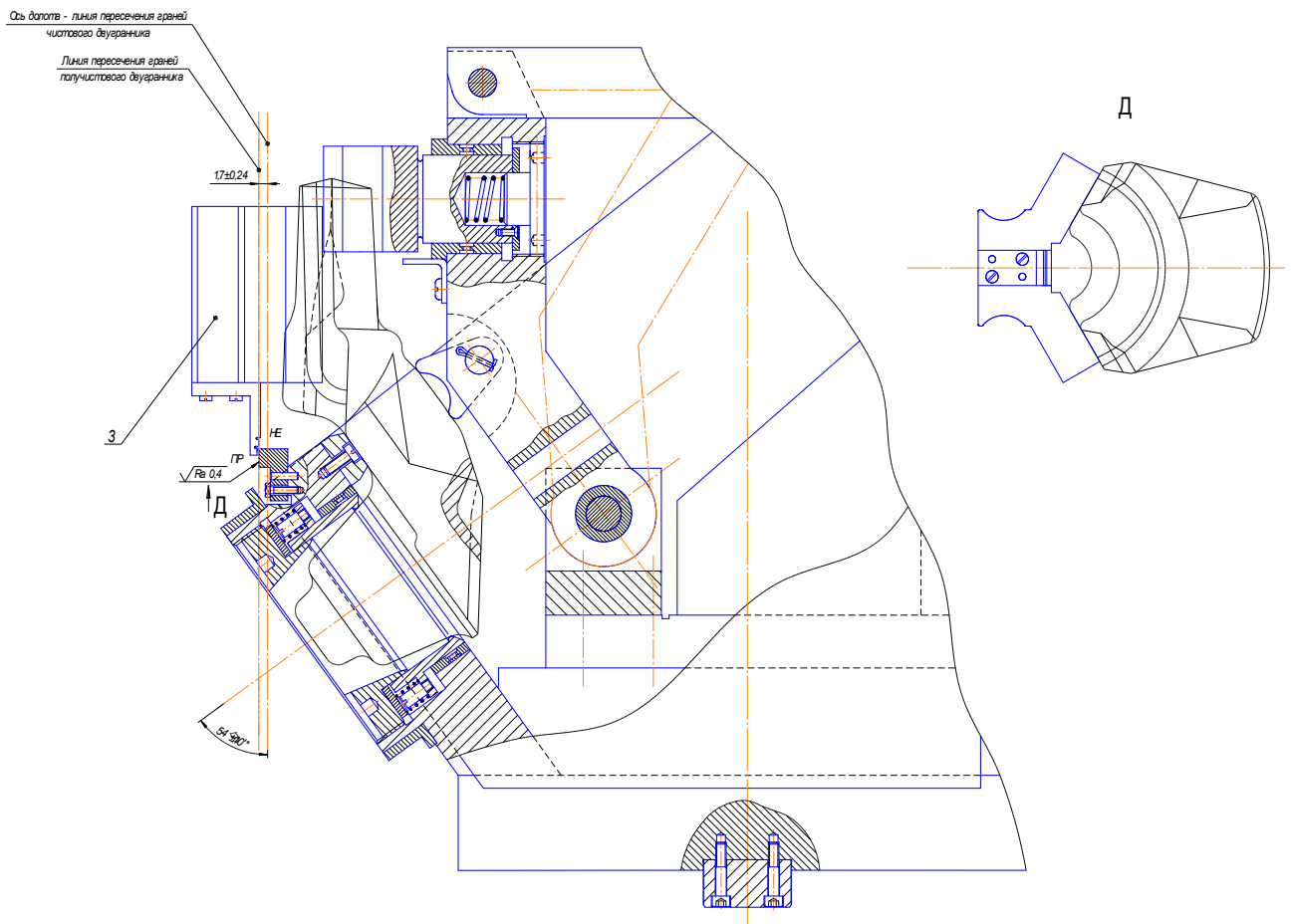


Рисунок 6 – Способ настройки и контроля размеров $1,7 \pm 0,24$ и $118,6 \pm 0,3$

Для настройки станка на размеры расположения технологического отверстия на одной из граней двугранника лапы от точки пересечения оси цапфы с линией пересечения граней полустового двугранника в комплекте спецприспособления предусмотрено съемное контрольное приспособление (рисунок 7), устанавливаемое перед выполнением пробных проходов по сверлению отверстия, имеющее в своем составе контрольный калибр с точным отверстием и проходную калибр-пробку, которая имеет измерительный наконечник со срезанными боками, что позволяет исключить колебание одного размера при настройке на другой. Это осуществляется поворотом калибр-пробки на 90° после контроля одного из размеров. Настройка станка считается выполненной, когда измерительный наконечник со срезанными боками в обоих положениях проходит в просверленное технологическое отверстие на грани двугранника лапы.

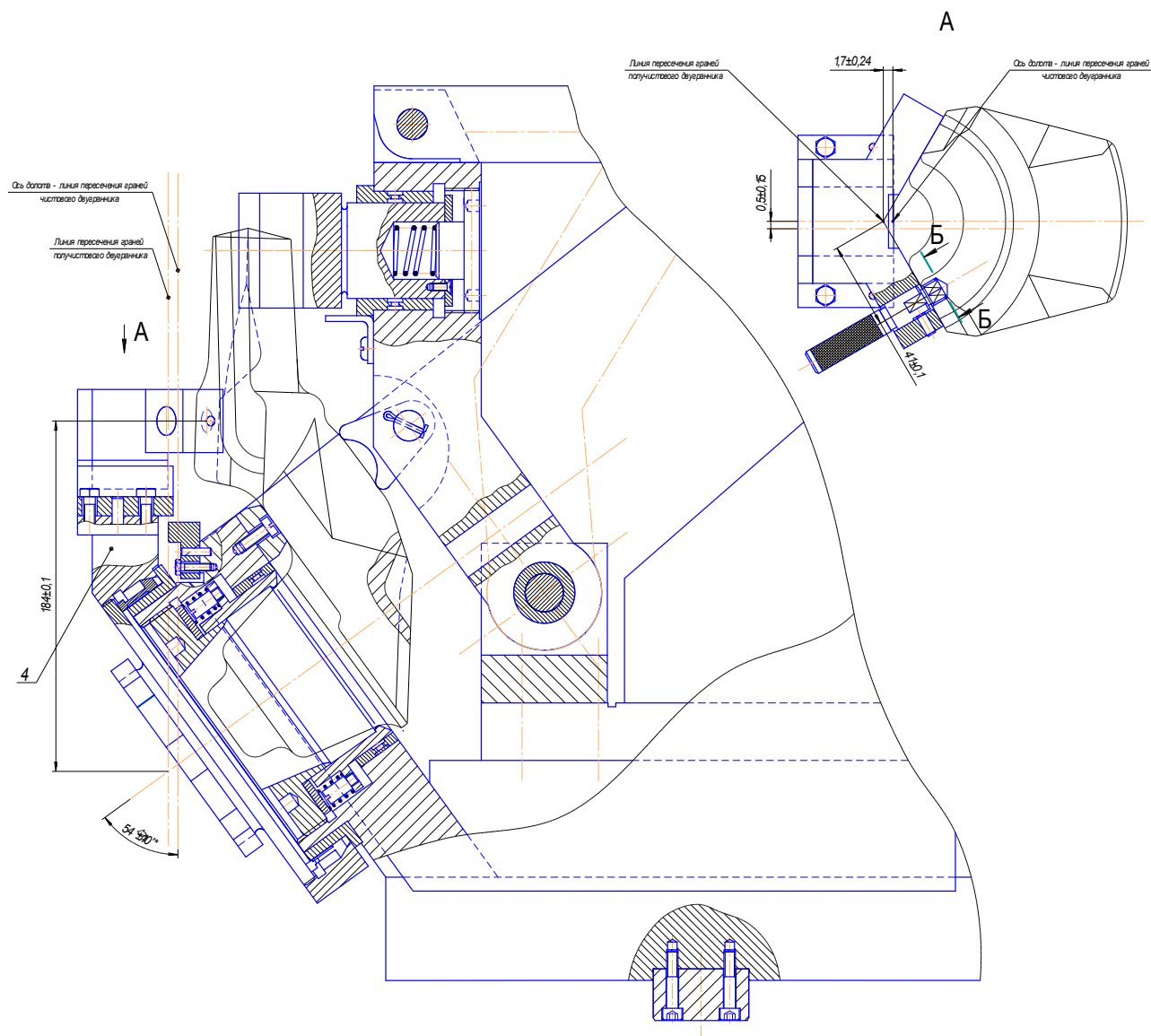


Рисунок 7 – Способ настройки и контроля размеров $184\pm 0,1$ и $41\pm 0,1$

Разработанная конструкция специального токарного приспособления (рисунок 8) предусмотрена для всех токарных операций, выполняемых на станках в долотного цеха АО «Востокмашзавод» до химико-термической обработки лапы.

Достоинство этого спецприспособления состоит в том, что оно обеспечивает совмещение технологических баз лапы долота с конструкторскими (измерительными) базами на этих операциях. Лапа базируется полуцистовым двугранником на призму и фиксируется отверстием по пальцу-цанге. Зажим лапы осуществляется гидроцилиндром от гидростанции станка.

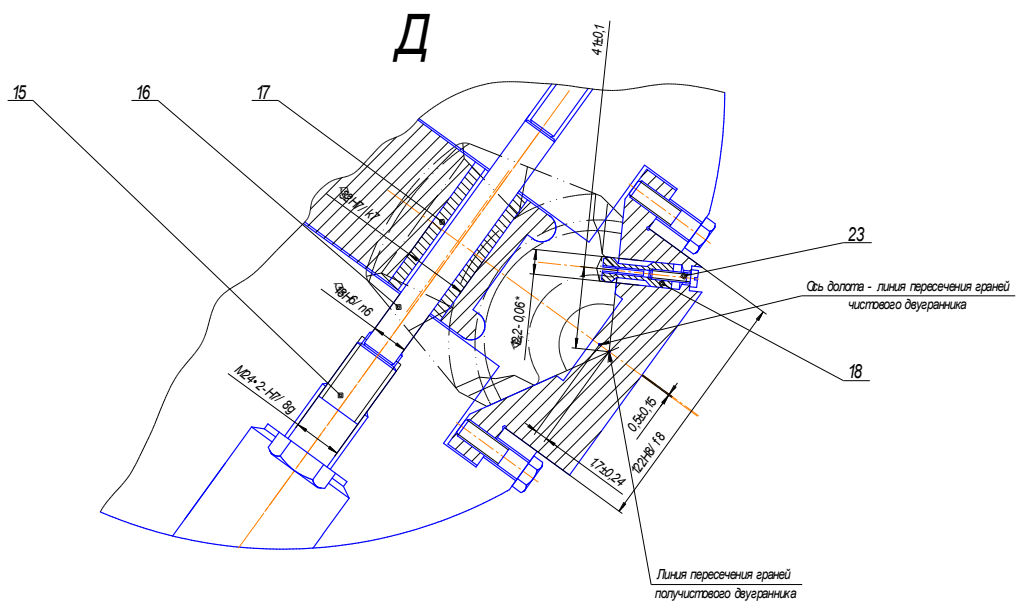
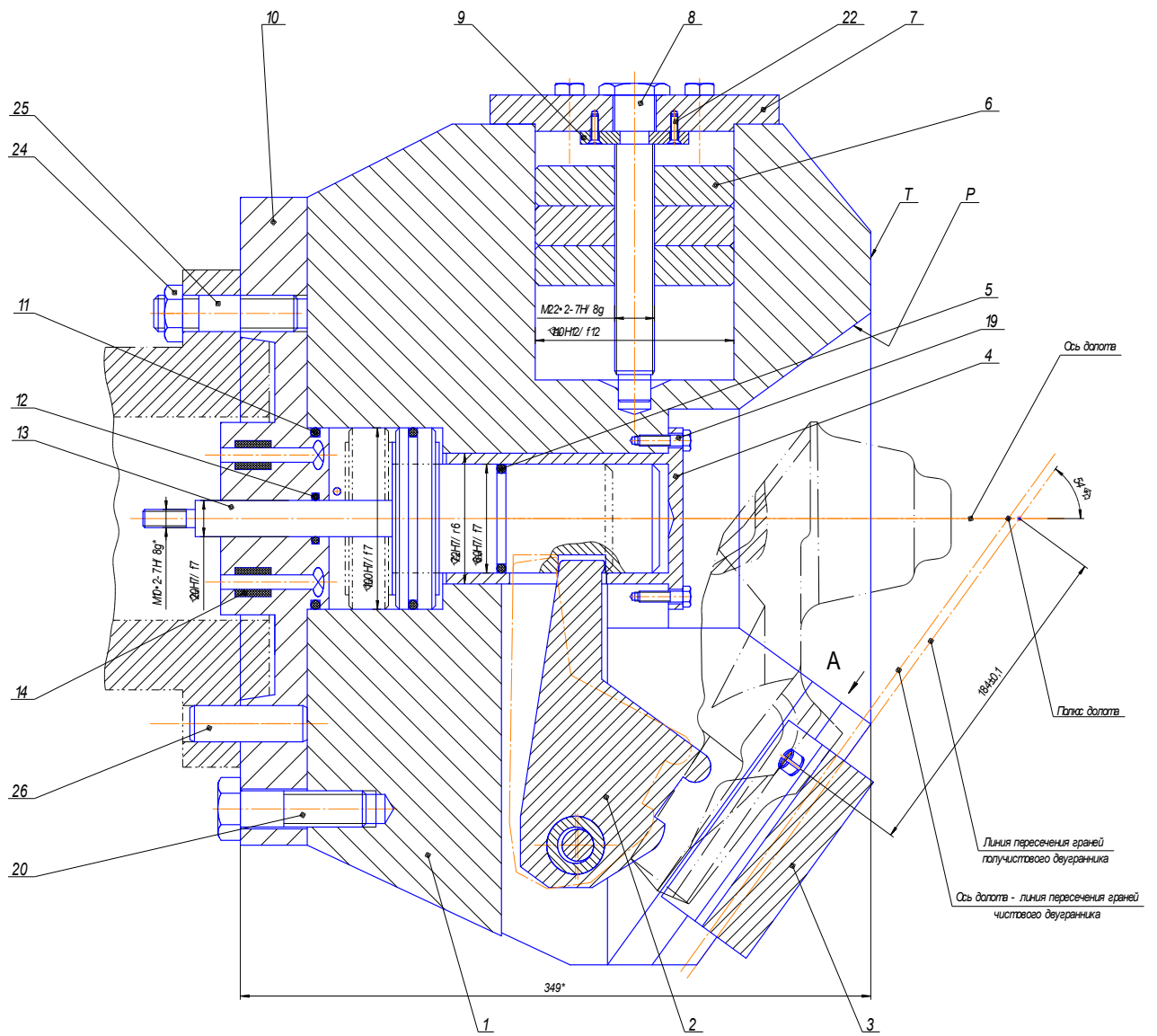


Рисунок 8 - Токарное спецприспособление

В результате промышленного внедрения разработанных спецприспособлений была изготовлена опытная партия деталей, были проведены их замеры и рассчитаны поля рассеяния. Проведенные расчеты показали, что поля рассеяния размеров меньше допусков на размеры, что свидетельствует о том, что техпроцесс обеспечивает надежность получения размеров, требуемую их точность и полностью исключает брак деталей.

Для наглядной оценки соотношения величины поля рассеяния с величиной допуска по важнейшим размерам лапы построены графики полей нормального рассеяния (по закону Гаусса) по важнейшим размерам (рисунки 9, 10 и 11).

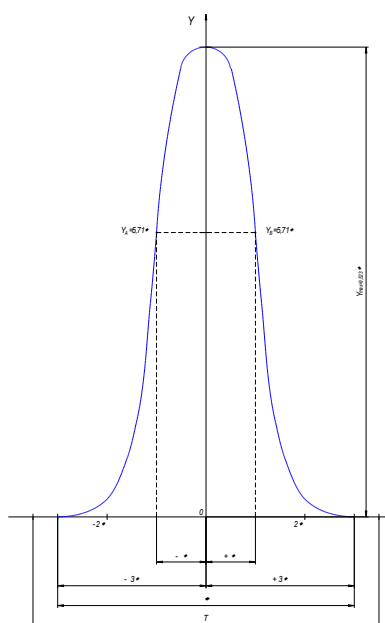


Рисунок 9 – Поле рассеяния по размеру $0,5 \pm 0,15$

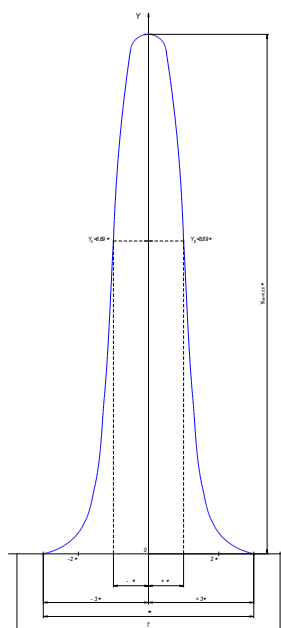


Рисунок 10 – Поле рассеяния по размеру $77,1 \pm 0,1$

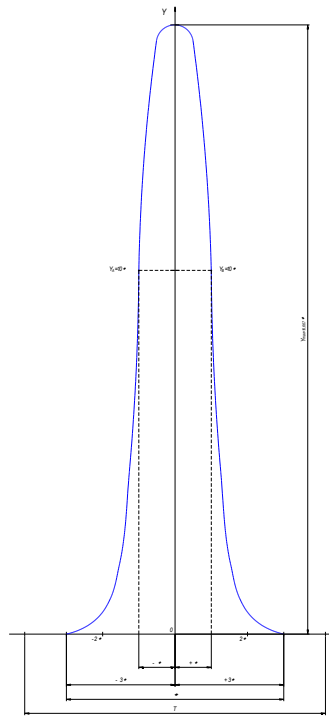


Рисунок 11 – Поле рассеяния по размеру $183 \pm 0,1$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате размерного исследования лап бурового трехшарошечного долота в действующем производстве выявлены размеры с отклонениями от допустимых, а также рассчитаны проценты брака, достигающие 70%...80%.

Исследованием действующего на АО «Востокмашзавод» техпроцесса изготовления лапы установлено нарушение принципа базирования о единстве технологических и конструкторских (измерительных) баз. Учитывая, что погрешности обработки, имеющие величину в сотых долях миллиметра, кроме погрешности базирования, имеющей величину в несколько миллиметров, поставленная задача по обеспечению размерной точности - исследованием только погрешности базирования является полным решением.

Разработкой принципиального нового техпроцесса изготовления лапы бурового трехшарошечного долота и спецприспособлений по технологическому оснащению металлообрабатывающего оборудования исключены погрешности базирования за счет совмещения технологических баз с конструкторскими (измерительными), что позволило обеспечить стабильность и требуемую размерную точность получаемых размеров детали и исключить полностью брак деталей из-за этих погрешностей.

В результате проведенной работы по разработке техпроцесса изготовления лапы бурового трехшарошечного долота и спецприспособлений обеспечивается снижение трудоемкости изготовления лапы бурового долота на 7,7 %, т.е. действующая трудоемкость 260,45 мин. снижена до трудоемкости 240,45 мин.

По результатам разработки конструкции спецприспособления оформлена заявка на изобретение способа установки заготовки лапы бурового трехшарошечного долота при ее механической обработке.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

1. Булгакова И. И. Обработка лапы бурового долота на обрабатывающем центре BLUESTAR 6. // X Республиканская научно-техническая конференция студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, 2010. Часть II.
2. Булгакова И. И. Исследование причин, снижающих стойкость долота III 244.5 ОК-ПВ 5, в связи с отклонениями от требуемых размеров лап и предложения по их устранению. // XI Республиканская научно-техническая конференция студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, 2011. Часть II.

БУЛГАКОВА ИРИНА ИГОРЕВНА

III 244,5 ОК-ПВ.5 үш шар пішінді бұрғылау қашауының табанын жоғары өндірістік механикалық өңдеудегі талап етілген мөлшерлік дәлдікпен қамтамасыз ету

Түйіндеме

Диссертация 79 бетте мазмұндалған кіріспеден, үш бөлімнен, қорытындыдан тұрады және 21 сурет, 11 кесте, 9 атауы бар әдебиет тізімін құрайды.

Маңызды сөздер: технологиялық үдеріс, негіздеу, мөлшерлік дәлдік, орналастыру ақаулары, шашырату алаңы, арнайы құрал, технологиялық негіз, дұрыс бөлу заңы, Гаусс қиығы, мөлшерге өту.

Зерттеудің өзектілігі дегеніміз машина жасау өндірісі мен тау-кен өндіру саласының үнемділігін үш шар пішінді бұрғылау қашауының табанын механикалық өңдеуде жоғары өндірістік талап етілген мөлшерлік дәлдікпен дайындау технологиясымен қамтамасыз ету арқылы көтеру.

Зерттеудің мақсаты - үш шар пішінді бұрғылау қашауының табанының мөлшерлерін конструкторлық құжаттамадан шегіну арқылы және олардың пайда болу себептерін анықтау арқылы тауып алу.

Зерттеу әдісі. Жұмыс жүргізу кезінде математикалық статистика әдісі және эксперименттік деректерді өңдеуде ықтималдықтар теориясы қолданылды.

Алынған нәтижелер.

1) үш шар пішінді бұрғылау қашауының конструкторлық құжаттамадан шегінісі бар табандарының мөлшерлері анықталды;

2) үш шар пішінді бұрғылау қашауының табандарын әзірлеу операциясында технологиялық қағидаларды негіздеудің бұзушылықтары анықталды;

3) негіздеу қағидасымен қамтамасыз етуді есепке ала отырып, үш шар пішінді бұрғылау қашауының табандарын әзірлеудің операциялық технология үдерісі әзірленді;

4) үш шар пішінді бұрғылау қашауының табандарын механикалық өңдеу бойынша механикалық өңдеу жабдығын технологиялық жабдықтау үшін, негіздеудің ақауларын болдырмайтын, сонымен қатар бөлшектің талап етілген мөлшерлік дәлдігімен үнемі қамтамасыздандыратын арнайы құралдар дайындалды.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы.

1) үш шар пішінді бұрғылау қашауының табандарын механикалық өңдеуде іс жүзіндегі дәстүрлі негіздеу тәсілі технологиялық негіздеулердің

конструкторлық (өлшеулік) негіздеулермен сәйкессіздігіне байланысты, негіздеудің ақауларын туындыратыны және оның мөлшерлік дәлдігін азайтатындығы анықталды.

2) үш шар пішінді бұрғылау қашауының табандарын негіздеудің талап етілген мөлшерлік дәлдікпен тұрақты қамтамасыздандыратын, жаңа тәсілі жасалды;

3) металл өңдейтін жабдықты технологиялық баптау үшін, үш шар пішінді бұрғылау қашауының табандарын механикалық өңдеуде талап етілген мөлшерлік дәлдікпен қамтамасыз ететін арнайы құралдар дайындалды.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы.

Зерттеу жұмыстарының нәтижесі ретінде, үш шар пішінді бұрғылау қашауының табандарын, бөлшекті талап етілген мөлшерлік дәлдікпен қамтамасыздандырып, оны жасаудың күрделігін азайтуға мүмкіндік алынған механикалық өңдеу негізінің жаңа тәсілі әзірленіп, металл өңдейтін жабдықты технологиялық баптау арқылы, арнайы құралдарды өнеркәсіпке енгізу негізі танылды.

Жарияланымдар туралы мәліметтер. Диссертацияның тақырыбы бойынша 2 мақала жарияланды.

ДИССЕРТАЦИЯ ТАҚЫРЫБЫ БОЙЫНША ЖАРИЯЛАНҒАН ЖҰМЫСТАРДЫҢ ТІЗІМІ.

1. Булгакова И. И. BLUESTAR 6. өңдеу орталығында бұрғылау қашауының табандарын өңдеу // X Республикалық студенттердің, магистранттардың, аспиранттардың және жас ғалымдардың ғылыми-техникалық конференциясы, 2010. II бөлім.

2. Булгакова И. И. Талап етілген мөлшерден ауытқуға және оларды жою бойынша ұсыныстарға байланысты, III 244.5 ОК-ПВ 5 қашауының төзімділігін төмендететін себептерді зерттеу. // XI Республикалық студенттердің, магистранттардың, аспиранттардың және жас ғалымдардың ғылыми-техникалық конференциясы, 2011. II бөлім.

IRINA I. BULGAKOVA

Assurance of the specified dimensional accuracy during high performance machining of the tricone drilling bit leg III 244,5 OK-IIB.5

Annotation

The Dissertation consists of the Introduction part, three Sections and the Summary making 79 pages in total, including 21 pictures, 11 tables, and a list of references of 9 items.

Key words: technological process, basing, dimensional accuracy, basing error, scattering field, special tool, process base, normal distribution law, Gaussian curve, dimension tolerance.

Study actuality: Upgrading the mechanic engineering manufacture and the mining industry for account of the assurance by the technological process of the specified dimensional accuracy of the tricone drilling bit leg when machining.

Study purpose: Identification of the tricone drilling bit leg dimensions deviated from the design documentation and the reasons of such deviation.

Study method: The method of mathematic statistics and probability theory was applied for processing the experimental data.

Obtained results

1) Identification of the dimensions of the tricone drilling bit leg steadily deviating from the design documentation

2) Identification of the violation of the process basing principles during operations of the tricone drilling bit leg manufacture

3) Development of the operational technological process of the tricone drilling bit leg manufacture with regard to the assurance of the basing principle

4) Development of the metal work equipment special tools to be used for machining of the tricone drilling bit leg to allow eliminating the basing error and, consequently, ensuring the stable specified dimensional accuracy of the component.

Scientific novelty

1) It was determined that the existing conventional method of basing during machining of the tricone drilling bit leg caused the basing errors resulted from the inconsistency of process bases with design (measuring) ones, and lowered its dimensional accuracy

2) A new method of the tricone drilling bit leg basing was developed to assure the specified dimensional accuracy on a stable basis

3) Metal working equipment special tools have been developed to allow obtaining the stable specified dimensional accuracy during machining of the tricone drilling bit leg.

Practical significance

Study results made the basis for both the development of the new method of the tricone drilling bit leg basing during its machining and the commercial introduction of the metal working equipment special tools to assure achieving the specified dimensional accuracy of the component and reducing labor intensity during manufacture.

Publication information: Two papers of the dissertation topic were published.

THE LIST OF THE PUBLISHED ARTICLES BY THE THESIS'S TOPIC

1. I. Bulgakova. Treatment of the drilling bit leg at BLUESTAR 6 // The 10th Republican Scientific & Technical Conference of students, candidates for the master degree, candidates and young scientists, 2010. Part II.

2. I. Bulgakova. Investigation of the reasons reducing III 244.5 OK-IIБ 5 drilling bit stability because of deviations from the specified leg sizes, and improvement suggestions. // The 11th Republican Scientific & Technical Conference of students, candidates for the master degree, candidates and young scientists, 2011. Part II.