

УДК 629.735

В.В. ВОРОНЬКО*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина***РАЗРАБОТКА ПНЕВМОИМПУЛЬСНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ СКОРОСТНОГО ДОРНОВАНИЯ ОТВЕРСТИЙ В АВИАЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ**

В статье проанализированы основные типы устройств, применяемые для дорнования отверстий на авиационных предприятиях; показаны преимущества устройств импульсного способа дорнования; описан принцип действия, даны технические характеристики магнитно-импульсных и пневмоимпульсных устройств дорнования отверстий; указаны основные направления совершенствования пневмоимпульсных устройств; представлены новая схема и конструкция ручного пневмоимпульсного устройства дорнования отверстий авиационных конструкций, обеспечивающие рациональные параметры технологического процесса скоростного дорнования.

Ключевые слова: дорнование, дорн, болтовое соединение, протяжное устройство, магнитно-импульсное устройство, пневмоимпульсное устройство.

Введение

Для современного уровня развития воздушного транспорта характерна тенденция значительного увеличения его заданного ресурса (до 60 тыс. летных часов) и надежности. Подобный рост эффективности самолетов в решающей степени обеспечивается повышением долговечности их планера, которую, в свою очередь, определяет в основном выносливость болтовых и заклепочных соединений. Количество таких соединений в планерах самолетов с увеличением их габаритных размеров резко увеличивается. Так, например, если в планере самолета Ту-204 устанавливают свыше 46.960 болтов (в крыле – 38.550 шт., фюзеляже – 7.590 шт., на пилонах двигателей – более 820 шт.), то на пассажирском лайнере Ил-86 общее количество болтов достигает уже 152.800 шт.

1. Формулирование проблемы

Для подобных соединений действенным технологическим приемом повышения циклической долговечности является упрочняющая обработка отверстий под болты различными способами поверхностного пластического деформирования. Среди них дорнование обеспечивает необходимый натяг до 3...3,5%, существенно повышает выносливость конструкции. Например, усталостная долговечность двухсрезных болтовых соединений после дорнования возрастает в 3...8 раз в зависимости от материала, уровня нагружения, геометрии соединения и наличия герметика [1]. Кроме того, дорнование сравнительно просто может быть реализовано в условиях узловой и агрегатной сборки. При этом выбор способа дорнования и инструмента для его осуществления является очень важной и актуальной задачей.

2. Анализ применяемых в отрасли устройств для дорнования отверстий

На авиационных предприятиях процесс дорнования осуществляют преимущественно протяжными устройствами типа МП-6-100, МП-10-130, МП-12-150 и МП-24-180 или машинами для постановки болтов типа МБЗ-1,5, МБ-2А, МБЗ-7, МБЗ-4А с пневмогидравлическим насосом-мультипликатором модели ПГНМ 1-250. Характерной особенностью подобных машин является возможность использования их лишь в местах массового расположения отверстий при наличии свободных двухсторонних подходов к последним. Кроме того, для выполнения последующей операции необходимо каждый раз отсоединять дорн от силового агрегата, а затем снова подсоединять его. Подобная технология кроме свободных двухсторонних подходов требует участия в операции дорнования двух исполнителей и использования в целях сокращения вспомогательного времени нескольких дорнов. При этом проточка под захват значительно ослабляет сечение дорна, что в свою очередь ограничивает величину угла заборного конуса и усилие дорнования. К недостаткам этих машин следует отнести также наличие дополнительного пневмогидравлического привода, что существенно затрудняет маневренность исполнителей. Кроме того, дорнование с постоянной скоростью движения инструмента, характерное для протяжных устройств и машин типа МБЗ, имеет также ряд существенных недостатков: появление наплывов на кромках отверстий, искажение образующей отверстия (корсетность). Для устранения этих недостатков требуется проведение после дорнования калибровки отверстий разверткой по Н7 [1], что существенно снижает эффект упрочнения дорнованных отверстий.

Отмеченные выше недостатки, и, прежде всего необходимость двухстороннего подхода к упрочняемым отверстиям, характерные для дорнования с применением протяжных устройств и машин для постановки болтов, существенно ограничивают использование в отрасли этого способа упрочнения. В этой связи упрочнению подвергают лишь 8...34% общего числа выполняемых на планере болтовых соединений [2], в результате чего повышение долговечности отдельных крепежных точек не обеспечивает ожидаемого повышения ресурса планера в целом, сводит эффект упрочнения к минимуму.

3. Скоростное дорнование и устройства для его реализации

Расширение возможностей упрочнения отверстий дорнованием в условиях стапельной сборки может быть обеспечено лишь устройствами, осуществляющими процесс при свободном одностороннем доступе: ручными устройствами динамического (ударного, импульсного) действия, работающими по незамкнутой схеме силового нагружения.

В ряде работ [1, 2, 4] доказана возможность применения для выполнения операций дорнования устройств, использующих магнитно-импульсный привод, который обеспечивает возвратно-поступательное движение обрабатываемого инструмента с высокой скоростью. При этом появляется возможность упрочнения отверстий с большими натягами, при одностороннем доступе к ним, без искажения образующей отверстия, торцевых поверхностей соединяемых деталей, обеспечивая в районе упрочняемого отверстия напряженно-деформированное состояние, близкое к схеме всестороннего сжатия. В Самарском государственном аэрокосмическом университете в 80-е годы прошлого столетия было разработано магнитно-импульсное устройство [3], позволяющее реализовать процесс импульсного дорнования отверстий. Дорнование осуществляют проталкиванием дорна через отверстие (прямой ход) с последующим извлечением его путем выглаживающего протягивания (обратный ход). Соединение дорна как рабочего инструмента с силовым агрегатом магнитно-импульсного устройства позволяет поднять производительность процесса, увеличить прочность дорна, угол заборного конуса до 5° , что положительно сказывается на точности дорнованных отверстий. Дорнование выполняют за 1...5 импульсов, как при прямом, так и при обратном ходе дорна со скоростью его перемещения до 20 м/с. Отличительной особенностью современных магнитно-импульсных устройств для осуществления процесса дорнования является наличие в их конструкции индукционно-динамического привода, включающего генератор

импульсных токов, электропроводный диск со штоком, помещенный между двумя соосно расположенными индукторами, заключенными в корпус и подключенными к генератору импульсных токов. При этом предусмотрены система переключения индукторов с режима прямого на режим обратного хода, устройство для защиты от перепутывания режимов переключения, что ведет к усложнению конструкции и повышению ее веса. Во избежание этого впоследствии была предложена схема, в которой в обоих режимах срабатывают оба индуктора, включенные параллельно, а прямой или обратный ход осуществляют путем приближения электропроводного диска к соответствующему индуктору.

Одним из недостатков подобных устройств является возможность соударения электропроводного диска и индуктора при прямом и обратном ходе, что часто приводит к выходу из строя индуктора. Для повышения надежности устройство снабжают упорами и размещенным с возможностью осевого перемещения на штоке балансиром, который подпружинен в обе стороны относительно корпуса устройства. Упоры выполняют регулируемые. Конструкцией современных устройств для дорнования, использующих магнитно-импульсный привод, предусмотрена изоляция токоведущих частей от инструмента, корпуса и обрабатываемой детали. Благодаря этому, при нарушении одного из индукторов напряжение с оголенных шин не может быть подано на корпус устройства или на обрабатываемую деталь, что повышает электробезопасность устройства в эксплуатации. С целью максимальной компенсации отдачи при работе, снижения уровня импульсной локальной вибрации в устройствах с магнитно-импульсным приводом предусмотрена установка шарикового замка, демпфирующей пружины, резиновых пластин крепления ручек управления и балансира.

Однако, несмотря на приведенные выше совершенствования, на современных магнитно-импульсных устройствах для дорнования все же не удалось устранить целый ряд существенных недостатков:

- использование массивных (до 500 кг), громоздких и дорогостоящих приводов;
- наличие токов высокого напряжения, что является небезопасным в условиях проведения сборочных работ, требует надежного экранирования ручного инструмента для исключения воздействия на исполнителей магнитного поля;
- сложность управления;
- низкие к.п.д. (не более 5%) и надежность;
- ограниченная и регламентируемая темпом работы цикличность.

Эти недостатки сдерживают широкое применение в отрасли импульсного метода дорнования, несмотря на общую его эффективность.

4. Пневмоимпульсные устройства скоростного дорнования отверстий

В этой связи заслуженно привлекает внимание использование в качестве энергоносителя сжатого воздуха заводской пневмосети давлением $0,5 \pm 0,1$ МПа. Такой энергоноситель выгодно отличается относительной дешевизной, удобством эксплуатации, приемлемостью с экологической точки зрения и техники безопасности.

На кафедре технологии производства летательных аппаратов Национального аэрокосмического университета «ХАИ» в течение многих лет ведутся работы по исследованию технологии импульсной клепки и разработке пневмоимпульсных клепальных молотков [5], что позволило использовать накопленный опыт для создания пневмоимпульсных устройств для дорнования отверстий. Применение подобных устройств предполагает использование общих преимуществ импульсного метода дорнования при одновременном устранении большинства недостатков, характерных как для магнитно-импульсных устройств, так и машин для постановки болтов. Так, в сравнении с последними, пневмоимпульсные устройства для дорнования отверстий расширяют технологические возможности из-за одностороннего подхода к местам упрочнения отверстий, позволяют осуществить процесс дорнования без участия вспомогательного рабочего, более производительны (в 5 раз), существенно снижают трудоемкость операций. Вместе с тем, от магнитно-импульсных устройств их отличают дешевизна, повышенная надежность и безопасность, более высокий к.п.д., более благоприятные санитарно-гигиенические характеристики.

5. Основные технические требования, предъявляемые к ручному импульсному инструменту

Большое значение при разработке инструмента имеет преимущество конструкции вновь создаваемого инструмента по отношению к существующим в производстве. Преимущество позволяет использовать имеющийся опыт его эксплуатации и избежать создания новых систем энергоснабжения и служб обслуживания инструмента [6 – 11].

Создаваемое пневмоимпульсное устройство дорнования должно быть надежным, обладать энергетической стабильностью, высокой цикличностью, достаточной энергией единичного удара, возможностью ее оперативного регулирования. Надежности

способствует простота конструкции, которая, кроме того, определяет технологичность инструмента, его стоимость.

Для ручного инструмента важны такие эргономические показатели, как минимальное воздействие вибрации и шума на организм исполнителей, приемлемая масса, удобство и простота управления и обслуживания, эстетичный внешний вид. При этом инструмент должен строго соответствовать требованиям техники безопасности.

Наконец, применение механизированного инструмента, облегчающего ручной труд рабочих, невозможно без удовлетворения требованиям экономичности.

Технические требования, предъявляемые к ручным пневмоимпульсным устройствам дорнования:

- улучшение условий труда исполнителей и окружающих;
- преимущество конструкции;
- удобство в эксплуатации и обслуживании;
- достаточная энерговооруженность при минимальных массе и габаритах, высокая надежность, стабильность и цикличность работы;
- эргономичность;
- технологичность конструкции;
- экономичность и др.

6. Направления совершенствования пневмоимпульсных устройств дорнования

Наиболее близким по технической сущности к изобретению является импульсный пневматический молоток (рис. 1), содержащий:

- корпус с рукояткой;
- ствол, установленный в корпусе с образованием кольцевого ресивера, на одном конце ствола установлен держатель с обрабатываемым инструментом;
- размещенный в стволе подвижный боек, установленный с возможностью взаимодействия с держателем и с образованием предбойковой и надбойковой полостей, при этом ствол на конце с держателем выполнен с передними окнами, соединяющими предбойковую полость с атмосферой, а на противоположном конце – с задними окнами, соединяющими надбойковую полость с ресивером;
- смонтированный в рукоятке механизм воздушного распределения, включающий:
 - а) подпружиненный золотник с кольцевой проточкой, связанный с курковым механизмом переключения;
 - б) систему воздухораспределительных каналов и источник сжатого воздуха;

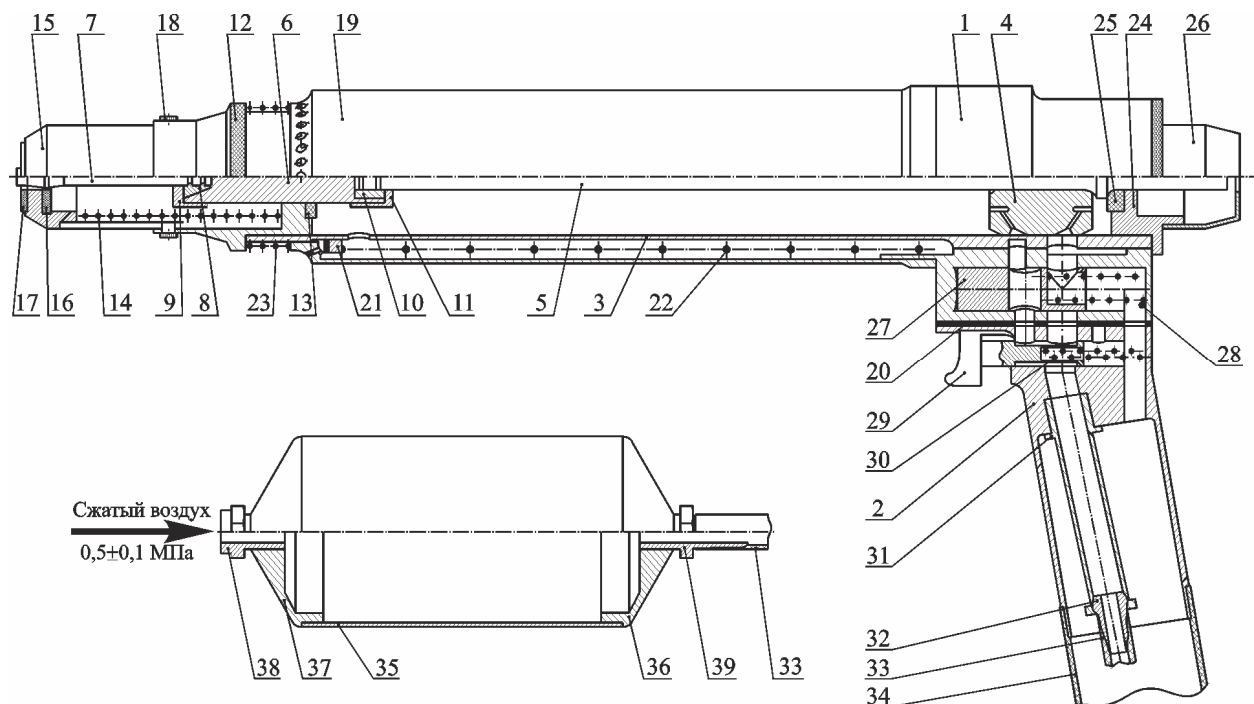


Рис. 1. Принципиальная схема пневмоимпульсного устройства для дорнования отверстий:

1 – корпус; 2 – рукоятка; 3 – ствол; 4 – боек; 5 – шток; 6 – держатель; 7 – дорн; 8 – цапга коническая; 9 – гайка передняя; 10 – цапга; 11 – гайка задняя; 12 – букса передняя; 13, 16, 17 – демпферы; 14 – пружина; 15 – втулка носовая; 18 – винт; 19 – кожух; 20 – прокладка резиновая; 21 – клапан; 22, 23 – пружины; 24 – букса задняя; 25 – демпфер; 26 – кожух; 27 – золотник распределительный; 28, 30 – пружины; 29 – курок; 31 – трубка; 32 – штуцер шаровой; 33 – шланг подводной; 34 – рукав выхлопной; 35 – корпус ресивера; 36, 37 – фланцы; 38 – штуцер входной; 39 – штуцер выходной

– инструмодержатель выполнен с хвостовиком в виде стержня с фланцем на конце;

– боек со стороны держателя выполнен с дроссельным каналом для соединения при его крайнем переднем положении предбойковой полости с передними окнами ствола, а также с центральным отверстием и установлен на хвостовике держателя с возможностью взаимодействия с его фланцем;

– ствол установлен в корпусе с возможностью возвратно-поступательного перемещения и сообщения предбойковой полости ствола через передние окна с ресивером, а надбойковой полости через задние окна – с атмосферой, и подпружинен относительно корпуса, при этом ресивер постоянно связан с источником сжатого воздуха;

– золотник установлен с возможностью поочередного сообщения надбойковой полости с атмосферой и источником сжатого воздуха.

Недостатком известного импульсного пневматического молотка является необходимость точной взаимной увязки ходов бойка и дорна с держателем и хвостовиком в виде стержня с фланцем на конце. Кроме того, стержень при прямом ходе за счет импульсного нагружения держателя из-за консоли большой протяженности будет подвержен вибрации

и ускоренному усталостному разрушению в месте соединения с держателем.

В связи с этим можно сформулировать следующие направления совершенствования пневмоимпульсных устройств используемых для дорнования отверстий:

– повышение надежности инструмента за счет отказа в конструкции от стержня для осуществления обратного (выглаживающего) хода рабочего инструмента;

– повышение стабильности энергии единичного удара;

– обеспечение оперативного и удобного регулирования энергии удара;

– расширение технологических возможностей инструмента за счет снижения габаритно-массовых характеристик, новых компоновочных решений;

– повышение к.п.д.;

– улучшение гигиенических и эргономических показателей.

7. Разработка схемы пневмоимпульсного устройства дорнования

Указанная техническая задача достигается тем, что в пневматическом устройстве для дорнования,

содержащем:

– подпружиненный относительно корпуса с возможностью осевого перемещения ствол:

а) с передней и задней крышками;

б) с передними и задними окнами;

– образованный стволом и корпусом кольцевой ресивер, постоянно сообщающийся с напорной магистралью;

– перемещающийся в стволе боек, содержащий дроссельный канал и разделяющий ствол на пред- и забойковую полости, сообщающиеся посредством передних и задних окон ствола с пред- и забойковой полостями соответственно;

– переднюю и заднюю выхлопные камеры, соединенные между собой и с атмосферой;

– установленный в передней крышке держатель;

– смонтированный в рукоятке курковый воздухораспределитель.

Пневмоимпульсное устройство дорнования отверстий повышенной мощности ПИУД-100 отличается следующим:

– соосно стволу на его внешней поверхности установлена ступенчатая воздухораспределительная

втулка с возможностью ее осевого перемещения относительно ствола и перекрытия его передних и задних окон;

– воздухораспределительная втулка входит в переднюю выхлопную камеру, а своим выступлением со стороны задних окон ствола – в кольцевую камеру и имеет окна для поочередного соединения ресивера с предбойковой и забойковой полостями и, соответственно, их соединения с задней и передней выхлопными камерами;

– курковой воздухораспределитель выполнен в виде двух взаимоувязанных курков, которые установлены на двух подпружиненных клапанах:

а) один клапан установлен с возможностью поочередного соединения кольцевой камеры с напорной магистралью и с атмосферой;

б) второй клапан установлен с возможностью поочередного соединения забойковой полости и гнезда за бойком через вмонтированный в задней крышке регулируемый дроссель по очереди с атмосферой и напорной магистралью;

– держатель выполнен с буртом, и установлен с возможностью взаимодействия непосредственно с бойком при прямом ходе;

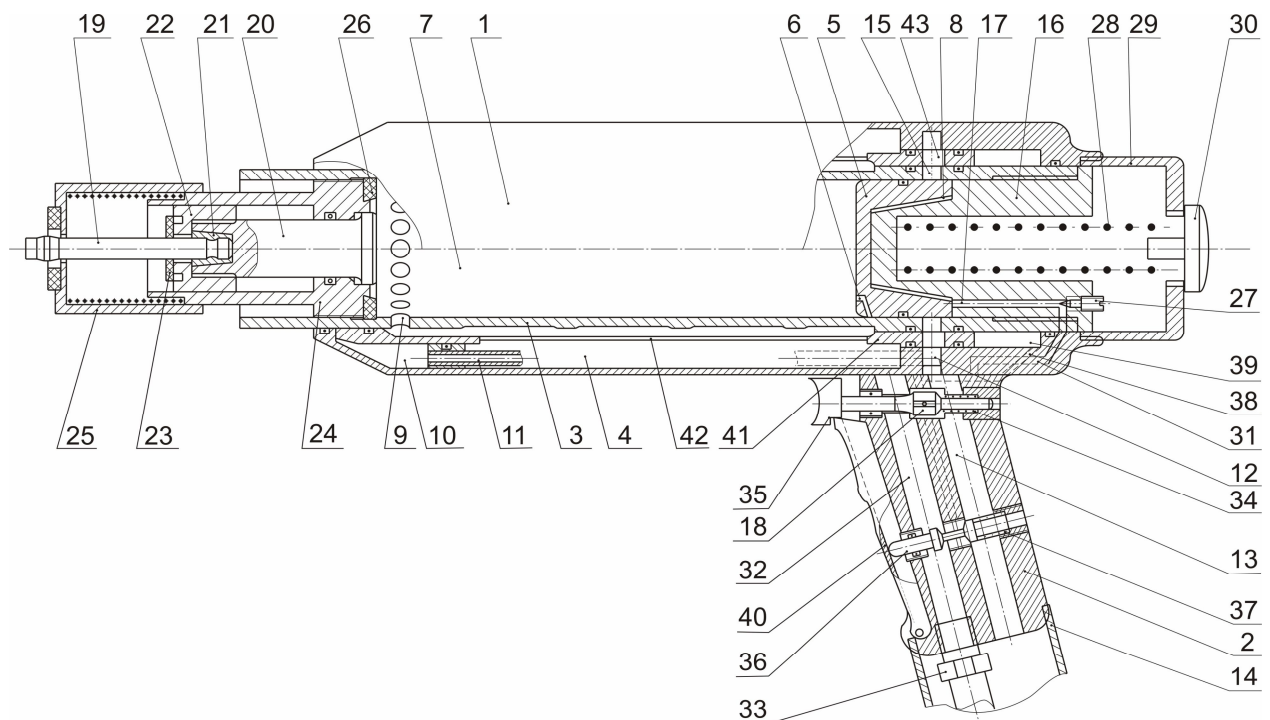


Рис. 2. Принципиальная схема пневмоимпульсного устройство дорнования ПИУД-100:

1 – корпус; 2 – рукоятка; 3 – ствол; 4 – ресивер; 5 – боек; 6 – дроссельное отверстие; 7 – предбойковая полость; 8 – забойковая полость; 9 – передние окна; 10 – передняя выхлопная камера; 11 – трубка; 12 – задняя выхлопная камера; 13 – воздуховод; 14 – рукав; 15 – задние окна; 16 – задняя крышка; 17 – дроссельный канал; 18 – курковый клапан; 19 – рабочий инструмент (дорн); 20 – держатель; 21 – сухари; 22 – упорная гайка; 23 – демпфер; 24 – передняя крышка; 25 – упорная втулка; 26 – демпфер; 27 – дроссель; 28 – пружина; 29 – крышка; 30 – регулировочный винт; 31 – канал; 32 – канал; 33 – штуцер; 34 – пружина; 35 – курок; 36 – клапан; 37 – пружина; 38 – канал; 39 – кольцевая камера; 40 – курок; 41 – воздухораспределительная втулка; 42 – окна; 43 – задние окна

– бурт установлен с возможностью взаимодействия с передней крышкой ствола при ее обратном ходе.

На рис. 2 представлена принципиальная схема пневмоимпульсного устройства для дорнования в исходном положении элементов перед выполнением прямого хода.

Пневмоимпульсное устройство дорнования состоит из корпуса 1 с рукояткой 2, ствола 3, установленного в корпусе с возможностью осевого перемещения и образующего с ним кольцевую ресивер 4. В стволе 3 перемещается боек 5, имеющий дроссельное отверстие 6 и разделяющий объем ствола на пред- и забойковую полости 7 и 8. Предбойковая полость содержит передние окна 9.

Передняя выхлопная камера 10 трубкой 11 соединена с задней выхлопной камерой 12, а через воздухопровод 13 и рукав 14 – с атмосферой. Забойковая полость содержит задние окна 15. В задней крышке 16 и рукоятке 2 выполнен дроссельный канал 17, связывающий забойковую полость 8 и гнездо для бойка с курковым клапаном 18.

Рабочий инструмент (дорн) 19, в целях его быстрой замены, удерживается в держателе 20 сухарями 21 и упорной гайкой 22 с демпфером 23. На передней части ствола 3 закреплена передняя крышка 24 с подпружиненной упорной втулкой 25. В передней крышке 24 установлен демпфер 26. Задняя крышка 16 с каналом 17 и регулируемым дросселем 27 является задним упором ствола 3 и обеспечивает

его подпружинивание относительно корпуса 1 посредством пружины 28 и крышки 29 с регулировочным винтом 30.

Рукоятка 2 устройства содержит курковый воздухораспределитель в виде двух подпружиненных клапанов. Клапан 18 куркового распределителя в исходном положении сообщает забойковую полость ствола 8 и гнездо для бойка по дроссельному каналу 17, каналам 31, 13 и рукаву 14 с атмосферой. В рабочем положении клапан 18 открывает подачу сжатого воздуха из канала 32, подводимого из напорной магистрали посредством штуцера 33, через каналы 31 и 17 в забойковую полость 8. Клапан 18 подпружинен в осевом направлении пружиной 34 и управляется курком 35.

Клапан 36 куркового распределителя подпружинен пружиной 37 и в исходном положении соединяет напорную магистраль по каналу 38 с кольцевой камерой 39, а в рабочем положении – её же с атмосферой. Клапан 36 управляется большим курком 40. Управление курком 35 взаимосвязано с управлением курком 40.

Ступенчатая воздухораспределительная втулка 41, содержащая окна 42 и задние окна 43, расположена в ресивере 4, на внешней поверхности ствола 3, и вместе с рукояткой 2 образует кольцевую камеру 39.

На данное новое пневмоимпульсное устройство дорнования отверстий мод. ПИУД-100 (рис. 3) получен патент [11].

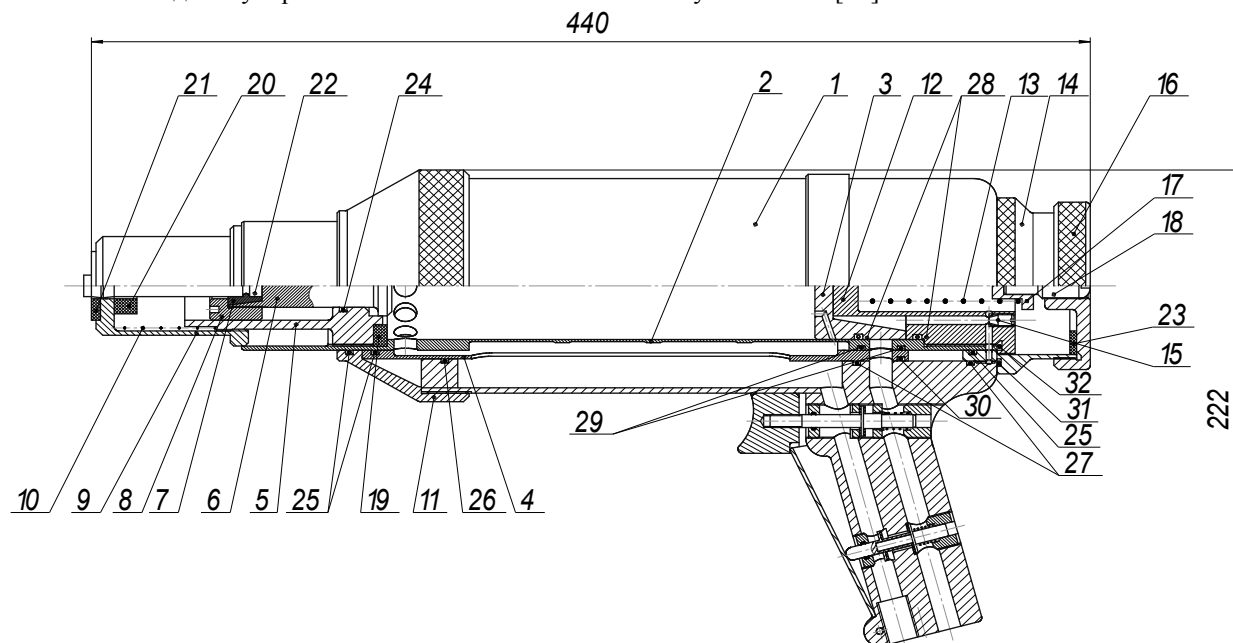


Рис. 3. Конструкция пневмоимпульсного устройства дорнования ПИУД-100:

1 – корпус; 2 – ствол; 3 – боек; 4 – втулка распределительная; 5 – гайка передняя; 6 – держатель; 7 – сухарь; 8 – гайка держателя; 9 – втулка опорная; 10 – пружина; 11 – крышка передняя; 12 – гайка задняя; 13 – пружина; 14 – крышка задняя; 15 – игла дроссельная; 16 – колпак; 17 – седло направляющее; 18 – винт регулировочный; 19 – буфер бойка; 20 – демпфер держателя; 21 – шайба защитная; 22 – инструмент (дорн); 23 – кольцо демпферное; 24–32 – стандартные изделия

На основании схемы, приведенной на рис. 3, создана конструкция пневмоимпульсного устройства дорнования мод. ПИУД-100.

Заключение

1. Сравнительный анализ машин для постановки болтов, магнитно-импульсного и пневмоимпульсного устройств дорнования отверстий позволяет сделать вывод о том, что перспективным направлением в реализации процесса упрочняющего дорнования отверстий в ответственных соединениях планера самолета является применение импульсных устройств, использующих в качестве энергоносителя сжатый воздух давлением $0,5 \pm 0,1$ МПа.

2. Разработаны оригинальные схемы и конструкция ручного пневмоимпульсного устройства дорнования отверстий, обеспечивающие рациональные параметры технологического процесса скоростного дорнования и удовлетворяющие требованиям производства:

- обеспечен отвод выхлопа сжатого воздуха из рабочей зоны и зоны дыхания, исключен обдув рук рабочих; тем самым улучшены условия труда;

- снижены до минимума последствия воздействия отдачи за счет обеспечения самоотката ствола относительно корпуса с рукояткой;

- снижены до минимума усилия нажатия на курок пускового механизма;

- обеспечена теплоизоляция рукоятки и носовой части устройства с помощью технической кожи;

- предусмотрено использование стандартной присоединительной арматуры;

- обеспечены быстросъемность и надежность крепления дорна;

- улучшены условия подхода к местам упрочнения за счет эксцентриситета расположения ствола относительно корпуса ресивера.

Литература

1. Упрочнение отверстий болтовых соединений в конструкциях из алюминиевых сплавов. Производственная инструкция ПИ-6843. – Издание 4. М., 1987. – 16 с.

2. Исследование, разработка и внедрение технологического процесса и оснащения для дорнования отверстий и запрессовки болтов: отчет по теме 016.03.01.01.03 (заключительный). – Куйбышев, КуАИ, 1980. – 46 с.

3. А.с. №730481 СССР, МКИ В 23 В 25/06. Устройство для обработки отверстий: / Ю.Д. Лысенко, В.В. Щербатых и др. (СССР). – Заявлено 30.04.80 – 5 с.

4. Щербатых В.В. Применение магнитно-импульсного привода для упрочняющего дорнования отверстий с односторонним доступом / В.В. Щербатых, Ю.Д. Лысенко // *Авиационная промышленность*. – 1983. – № 7. – С. 5-9.

5. Воробьев Ю.А. Разработка схем и конструкций пневмоимпульсных клепальных молотков / Ю.А. Воробьев // *Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні: Темат. зб. наук. пр. – Краматорськ – Слов'янськ: Донбаська державна машинобудівна академія, 2003. – С. 363-367.*

6. Воробьев Ю.А. Разработка схем и конструкций пневмоимпульсных клепальных молотков / Ю.А. Воробьев // *Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні: Темат. зб. наук. пр. – Краматорськ – Слов'янськ: Донбаська державна машинобудівна академія, 2003. – С. 363-367.*

7. Воробьев Ю.А. Расчет энергосиловых параметров пневмоимпульсных клепальных молотков / Ю.А. Воробьев., С.Г. Кушнарченко // *Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні: Темат. зб. наук. пр. – Краматорськ: Донбаська державна машинобудівна академія, 2000. – С. 453-458.*

8. Воробьев Ю.А. Особенности технологического процесса и инструмента импульсного дорнования отверстий / Ю.А. Воробьев, В.Г. Чистяк, В.В. Воронько // *Авиационно-космическая техника и технология*. – 2004. – № 5 (13). – С. 37-41.

9. Воробьев Ю.А. Выбор рациональных параметров технологического процесса и инструмента импульсной клепки авиационных конструкций из углепластиков / Ю.А. Воробьев, С.Г. Кушнарченко, В.Н. Степаненко // *Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии*. – Х.: *Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ»*, 2004. – Вып. 24 – С. 131-135.

10. Кривцов В.С. Перспективные устройства для реализации процесса дорнования отверстий / В.С. Кривцов, Ю.А. Воробьев, В.В. Воронько // *Кузнечно-штамповочное производство – Обработка материалов давлением: Научно-технический и производственный журнал*. – М: МГТУ «Станкин», 2004. – Вып. 12. – С. 18-30.

11. Патент на винахід №81550. Україна. МПК (2006) В21 J 15/00 В25 D 9/00. Пнемоімпульсний пристрій дорнування отворів / Кривцов В.С., Воробієв Ю.А., Чистяк В.Г., Воронько В.В.; Заявник і патентовласник Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «ХАІ». – Заявл. 03.05.06; Опубл. 10.01.08, Бюл. №1. – 8 с.

Поступила в редакцию 04.02.2009

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Ф.В. Новиков, Харьковский национальный экономический университет, Харьков.

РОЗРОБКА ПНЕВМОІМПУЛЬСНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ШВИДКІСНОГО ДОРНУВАННЯ ОТВОРІВ В АВІАЦІЙНИХ КОНСТРУКЦІЙ

В.В. Воронько

У статті проаналізовані основні типи пристроїв, вживані для дорнування отворів на авіаційних підприємствах; показані переваги пристроїв імпульсного способу дорнування; описаний принцип дії, дані технічні характеристики магнітно-імпульсних і пневмоімпульсних пристроїв дорнування отворів; вказані основні напрями вдосконалення пневмоімпульсних пристроїв; представлені нові схема та конструкція пневмоімпульсного пристрою дорнування отворів авіаційних конструкцій, які забезпечують раціональні параметри технологічного процесу швидкісного дорнування.

Ключові слова: дорнування, дорн, болтове з'єднання, протяжний пристрій, магнітно-імпульсний пристрій, пневмоімпульсний пристрій.

DESIGNING OF THE PNEUMOIMPULSE DEVICE FOR HIGH-SPEED APERTURE BURNISHING IN AIRCRAFT CONSTRUCTIONS

V.V. Voronko

The basic types of devices, applied for the burnishing openings on aviation enterprises, are analysed in the article; advantages of devices of impulsive method of burnishing are shown; principle of action is described, technical descriptions of magnetic-impulsive are given and pneumoimpulse devices of the burnishing openings; basic directions of perfection of pneumoimpulse devices are indicated; are represented new chart and construction of pneumoimpulse device of the burnishing openings of aviation constructions, providing rational parameters of technological process of the speed burnishing.

Key words: burnishing, dorn, screw-bolt connection, prolonged device, magnetic-impulsive device, pneumoimpulse device.

Воронько Віталій Владимирович – канд. техн. наук, доцент кафедри технології виробництва летательних апаратів, Национальний аерокосмічний університет ім. Н.Е. Жуковського «ХАІ», Харьков, Україна, e-mail: vitaliy.voronko@gmail.com.