

УДК 621

Братухин В.А.¹, Пастушенко В.Н.², Резников В.А.², Щередица Т.Н.²¹ ОАО «Нормаль». Россия, г. Нижний Новгород.² ОАО «Украинский научно-исследовательский институт авиационной технологии». Украина, Киев

СОВРЕМЕННЫЙ МЕХАНИЗИРОВАННЫЙ ИНСТРУМЕНТ В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

Анотація

Освітлено питання, пов'язані з використанням механізованих технологій у системі забезпечення якості авіаційної техніки, розглянуті основні ергономічні показники пневматичного ручного механізованого інструмента, що впливають на якість виконуваних з його допомогою технологічних операцій при зборці авіаційної техніки. Приведено функціональну модель правильного вибору її експлуатації пневматичного ручного механізованого інструмента з урахуванням діючої нормативної бази, включаючи міжнародний стандарт ISO 9001:2000.

Abstract

There shown issues related to the use of mechanised technologies in the system of aeronautical engineering quality provision; there considered the main ergonomical characteristic of the pneumatic hand power tool influencing the quality of made with its help technological operations when assembling aeronautical engineering. There shown the functional model of the right choice and exploitation of the pneumatic hand power tool taking into account the existing norms, including the international ISO 9001:2000 standard.

В производстве авиационной техники (АТ) объем используемых механизированных технологий (на базе ручного механизированного инструмента), особенно в сборочном производстве, достаточно значителен. Это объясняется особенностями авиационного производства, в котором сборка составляет до 40% трудоемкости производства АТ и включает в себя, помимо ступенчатой сборки крупногабаритных элементов конструкции самолета, процессы монтажа трубопроводов, систем, механизмов, приборов и оборудования.

Учитывая, что технический уровень сборочного производства в значительной мере определяет качество и надежность АТ, основной объем механизированных технологий сосредоточен на выполнении соединений – заклепочных, болтовых, болтзаклепочных и других.

Очевидно, что качество сборки АТ зависит от качества выполнения отдельных сборочных операций, которое существенно зависит от показателей качества применяемого пневматического ручного механизированного инструмента (РМИ), и в первую очередь – от его эргономических показателей качества (ЭПК).

При работе с пневматическим РМИ на оператора воздействует ряд неблагоприятных факторов: физические

нагрузки (от действия веса инструмента, ударных реакций, реактивных сил и моментов), вибрация, шум, пыль и т.п. Все указанные факторы относятся к ЭПК РМИ и оказывают вредное влияние на здоровье оператора, снижают производительность труда и ухудшают качество выполнения технологических операций.

Часть работ приходится выполнять в труднодоступных местах и в неудобных для работы с пневматическим РМИ положениях, что повышает физическую нагрузку и увеличивает напряжение мышц рук и других частей тела оператора.

Поэтому не соблюдение в РМИ нормируемых ЭПК, а также не достаточное обеспечение соответствующих форм организации и режима труда на производстве, наносит вред здоровью оператора и приводит к ухудшению качества выполнения технологических операций, и в конечном счете – к ухудшению качества выпускаемой продукции.

Таким образом, ЭПК характеризуют систему «человек – машина» и учитывают комплекс гигиенических, антропометрических, физиологических и психологических показателей, проявляющихся в производственных процессах. Ниже рассмотрены основные ЭПК РМИ, к которым относятся: конструкция рукоятки, внешняя нагрузка, ударная реакция, вибрация, шум, пылеобразование.

Конструкция рукоятки (рис. 1)

Рукоятка – это та часть РМИ, которая имеет непосредственный контакт с рукой или руками оператора. Конструкция рукоятки прямо влияет на производительность труда и уровень комфорта в процессе выполнения технологической операции.

С эргономической точки зрения конструкция рукоятки должна обеспечивать полный ее захват (охват), распределение силовой нагрузки по всей ладони и вдоль пальцев, а также позволять оператору реализовать максимальную его силу. Поэтому, оптимальная длина рукоятки для мужчин 100...130 мм, для женщин – 90...110 мм.

Форма рукоятки не должна вызывать перенапряжения мышц руки и болевых ощущений от длительного использования РМИ. Для равномерного распределения силовой нагрузки площадь контакта рукоятки с ладонью оператора по отпечатку должна быть не менее 50%.

Очень важно, чтобы рукоятка располагалась как можно ближе к центру тяжести РМИ и занимала оптимальное положение по отношению к оси действия реактивных сил. В противном случае появляются реактивные моменты, требующие дополнительных усилий на их преодоление. Это приводит к быстрому утомлению оператора и снижению производительности труда.

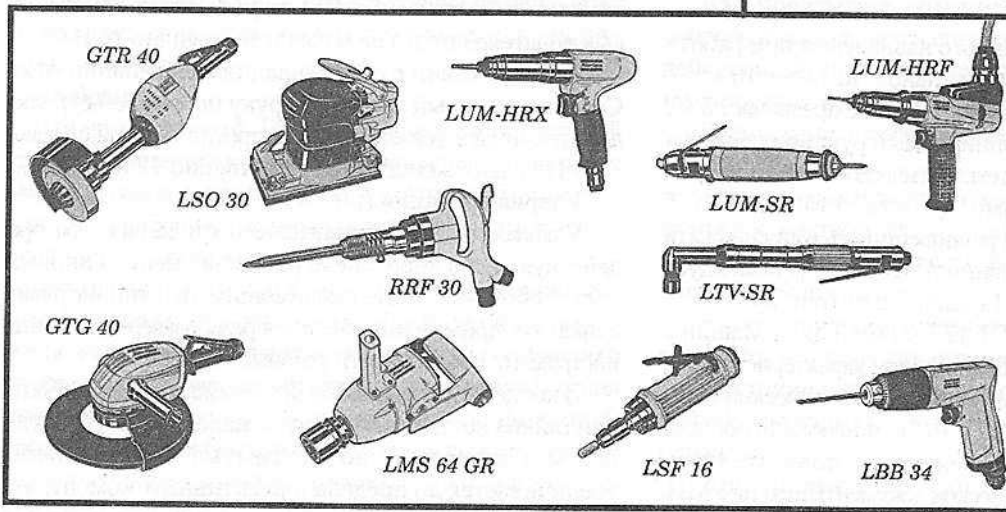


Рис. 1. Варианты исполнения конструкции рукоятки

Внешняя нагрузка

При эксплуатации пневматического РМИ оператор затрачивает физические усилия на преодоление веса инструмента и обеспечение силы нажатия, а также подвергается добавочным нагрузкам – от реактивных сил и моментов (рис. 2).

Все это внешние нагрузки, которые повышают физическую нагрузку, увеличивают напряжение мышц руки (от кисти до плеча) и других частей тела оператора, особенно при работе в труднодоступных местах и

неудобных для работы положениях. При перегрузках это оказывает вредное влияние на здоровье оператора, снижает производительность труда и ухудшает качество выполняемых технологических операций. Для минимизации этого влияния уровень частоты и длительности воздействия нагрузки должны быть приняты во внимание при организации работ.

По «Гигиеническим рекомендациям к конструированию ручных машин для повышения их вибробезопасности» за № 2909-82 от 30.07.82 г. вес ручной

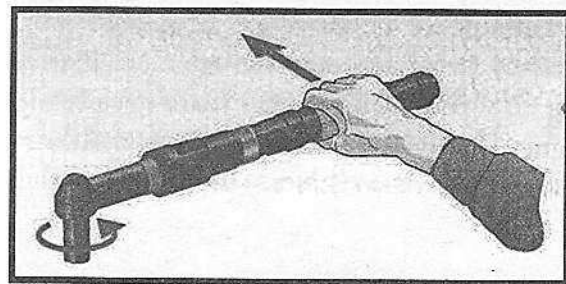
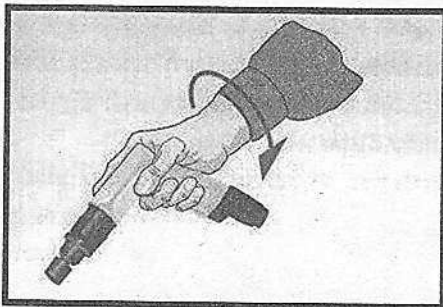
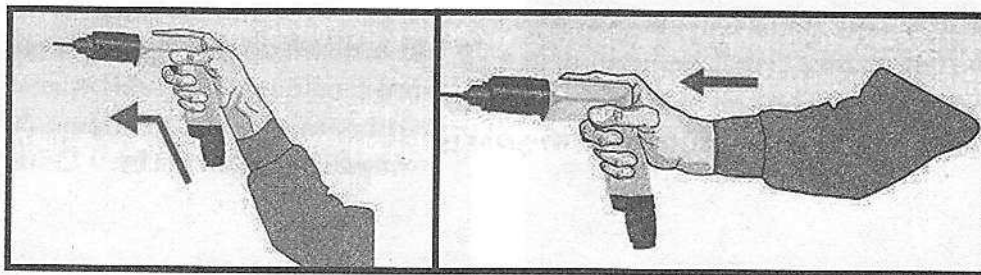


Рис. 2. Усилия нажатия (а), реактивный момент(б), реактивная сила (в)

машины в сборе, которой манипулирует оператор (включая вес рабочего инструмента, шлангов и т.п.) не должен превышать следующих величин:

- для машин общего назначения, предназначенных для работы при различной ориентации в пространстве – не более 5 кг;

- для машин специального назначения при работе вертикально вниз и горизонтально – не более 10 кг.

В большинстве случаев вес РМИ не превышает 5 кг.

Если вес РМИ, воспринимаемый руками оператора при выполнении типовой технологической операции более 100 Н, РМИ необходимо, в соответствии с ГОСТ 17770-86, подвешивать, уравнивать или снабжать двумя рукоятками. Компания Atlas Copco рекомендует это делать при весе РМИ свыше 2,5 кг (рис. 3).

В соответствии с ГОСТ 17770-86, ССБТ «Машины ручные. Требования к вибрационным характеристикам»:

- Предельно допустимые значения статической силы нажатия, прикладываемой к РМИ и необходимой для работы в нормальном режиме с показателями, предусмотренными технической документацией на РМИ, не должны превышать 200 Н.

- Для дрелей с диаметром сверления 9 мм и более предельно допустимое значение силы нажатия не должно превышать 300 Н.

В «Гигиенических рекомендациях к конструированию ручных машин для повышения их вибробезопасности» за № 2909-82 от 30.07.82 г. в части требований к вибрационно-силовым характеристикам машин указано:

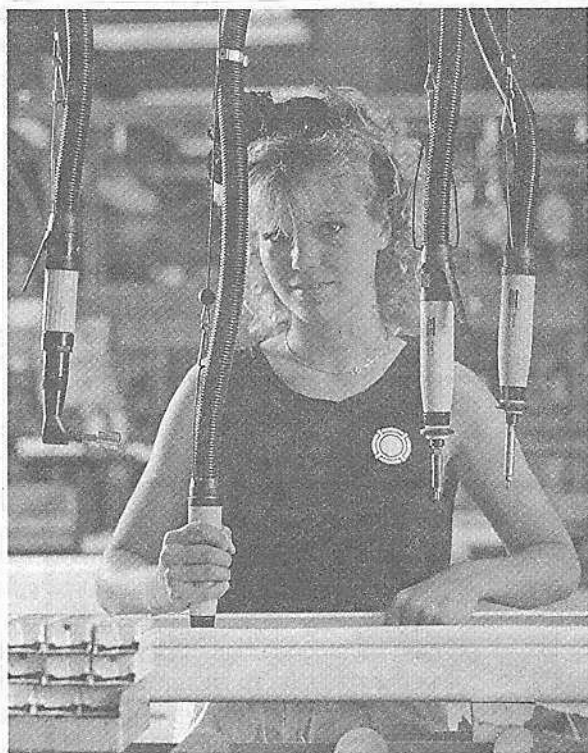


Рис. 3. Компенсация весовой нагрузки инструмента за счет его уравнивания

- Сила нажатия, необходимая для работы в нормальном режиме, не должна превышать для одnorучной машины 100 Н и для двуручной – 200 Н.

- Усилия обхвата рукояток не должны превышать для правой руки 40 Н, а для левой руки 20 Н, при этом усилия нажатия пусковых устройств (курков, выключателей и т.п.) не должны превышать 10 Н.

В соответствии с рекомендациями компании Atlas Copco реактивный момент на руку по часовой стрелке для мужчин допускается 18 Н·м, против часовой стрелки – 23 Н·м. Для женщин соответственно 12 и 15 Н·м.

Ударная реакция (рис. 4)

Ударная реакция – это внешняя нагрузка на оператора, действующая в короткие периоды времени. Типовым представителем РМИ, вызывающим этот тип нагрузки в процессе применения, является резьбовая отвертка-тычающий инструмент, в особенности угловые гайковерты.

В конце затяжки резьбовой крепежной детали (болта или гайки) крутящий момент за малое время (не более 300 мс) возрастает до максимума; одновременно увеличивается до предела и реактивный момент, что может вызвать у неподготовленного оператора неадекватную реакцию.

Оценка ударной реакции производится по величине усилия, действующего на руку оператора в момент отключения резьбовой отвертки по достижении максимального крутящего момента.

Для этого необходимо максимальное значение величины крутящего момента резьбовой отвертки разделить:

- на диаметр рукоятки для прямой отвертки или шуруповерта;

- на эффективную длину, измеренную от центра захвата инструмента рукой оператора до оси шпинделя

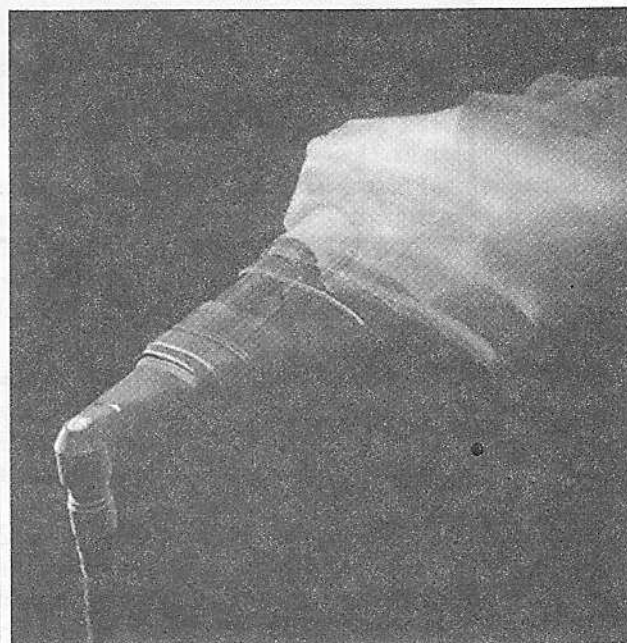


Рис. 4. Пример действия ударной нагрузки

для углового гайковерта или гайковерта с pistolетной рукояткой.

Вычисленное таким образом значение усилия сравнивается с рекомендуемыми значениями внешних нагрузок на руку оператора.

Следует иметь в виду, что эта оценка не учитывает динамических качеств резьбозавертывающего инструмента и оператора.

Вибрация

Пневматический РМИ обладает значительной удельной мощностью и высокой скоростью подвижных частей, в связи с чем при работе с этим инструментом возникает вибрация, которая может оказывать вредное влияние на здоровье оператора (рис. 5).

При выборе РМИ актуальна оценка неблагоприятного воздействия вибрации по критерию «безопасность», который обеспечивает ненарушение здоровья оператора, оцениваемого по объективным показателям с учетом риска возникновения предусмотренных медицинской классификацией профессиональной болезни и патологий, а также исключает возможность возникновения травмоопасных или аварийных ситуаций из-за воздействия вибрации в соответствии с ГОСТ 12.1.012-90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования».

Вибрационной характеристикой РМИ, которая должна быть указана в паспорте или технических условиях в соответствии с ГОСТ 17770-86 «Машины ручные. Требования к вибрационным характеристикам», является скорректированное по частоте значение виброскорости или виброускорения либо их логарифмические уровни в децибеллах.

Санитарными нормами для длительности смены в 8 часов по ГОСТ 12.1.012-86 для локальной вибрации по осям Хл, Ул и Зл предусмотрены следующие одночасовые значения этих характеристик:

- скорректированное по частоте значение виброускорения $2,0 \text{ м/с}^2$ (логарифмический уровень 126 дБ);



Рис. 5. Несбалансированность круга – возможный источник вибрации

- скорректированное по частоте значение виброскорости $2,0 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}$ (логарифмический уровень 112 дБ).

Соблюдение этих нормативов вибрационной нагрузки на оператора обеспечивает отсутствие вибрационной болезни, что соответствует критерию «безопасность».

Как показывает опыт использования, наиболее виброопасным является пневматический РМИ ударного действия, главным образом рубильные и клепальные молотки (рис. 6).

Признаками вибробезопасного инструмента ударного действия являются:

- сопряжение рукоятки с корпусом ударного инструмента посредством упругого виброгасящего устройства, состоящего из комплекта определенным образом установленных пружин сжатия;

- наличие встроенных виброгасящих демпфирующих элементов внутри ударного инструмента;

- наличие у рубильных молотков виброгасящего устройства для левой руки с расположением его как можно ближе к зубилу.

В инструментах вращательного действия снижение параметров вибрации достигается главным образом путем тщательной балансировки быстровращающихся частей РМИ и рабочего (режущего) инструмента.

Общие требования безопасности при эксплуатации пневматического РМИ, а также требования к методам контроля их вибрационных параметров изложены в ГОСТ 12.2.010-75 «ССБТ. Машины ручные пневматические. Общие требования безопасности».

Шум

Шум, как и вибрация, оказывает на организм оператора крайне неблагоприятное влияние. Он не только



Рис. 6. Клепальный молоток – источник повышенной вибрации

снижает производительность труда (по данным зарубежных источников на 40...60%), но и может вызывать тяжелые профессиональные заболевания.

Авиационные предприятия относятся к категории шумных. Шум на этих предприятиях является после вибрации одним из самых неблагоприятных факторов, сопутствующих процессам производства на стапеле, в агрегатно-сборочных и других цехах. Пневматический РМИ – главный источник шума, особенно если его работа связана с ударами по обрабатываемому изделию. При ударах, вследствие резонансных явлений, звук многократно усиливается и может достигать недопустимого уровня.

Степень вредности шума определяется его силой, частотным составом (спектром), продолжительностью и регулярностью действия. Высокочастотные шумы (свыше 800 Гц) более вредны, чем низкочастотные (ниже 350 Гц), бороться с последними труднее.

У пневматического РМИ наибольшие уровни шума расположены преимущественно выше частоты 800 Гц.

В соответствии с ГОСТ 12.2.030-83 «ССБТ. Машины ручные. Шумовые характеристики. Нормы. Методы контроля» шумовыми характеристиками силового пневматического РМИ являются (рис. 7):

- октавные уровни звуковой мощности (дБ) в полосах частот со среднегеометрическими частотами 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц;

- скорректированные уровни звуковой мощности (дБА).

Допустимый скорректированный уровень звуковой мощности для всех видов пневматического РМИ находится в пределах 98...118 дБА. Европейская Директива 86/188/ЕЕС дает граничное значение скорректированного уровня звуковой мощности в течение 8 часов равное 85 дБА.

Пылеобразование

При работе РМИ, в особенности шлифовальным и зачистным, происходит интенсивное образование пыли и других измельченных продуктов обработки, которые загрязняют окружающее пространство в зоне дыхания оператора. Особенно вредна высокодисперсная пыль (с размерами частиц меньше 0,5 мкм), так как она более длительное время не оседает и при вдыхании легче проникает в легкие, задерживается там, вызывая тяжелое заболевание – пневмокониоз (уплотнение легких и, как следствие – нарушение дыхательной функции).

В зависимости от степени вредности пыли соответствующими нормативными документами установлены нормы допустимой ее концентрации в зоне дыхания.

Вид машины	Уровни звуковой мощности L_{Pm} , дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами в Гц							Корректированный уровень звуковой мощности L_{PAm} , дБА, для машин с приводом		L_{Aeq} *, дБА
	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Электро	Пневно	
Сверлильная машина вращательного действия, резьбонарезная машина, безударный гайковерт	100	94	91	90	90	92	94	95	99	84
Шлифовальная машина и бороздодел	100	94	91	89	92	94	95	97	100	85
Трамбовка	103	97	94	91	89	87	85	98	98	93
Пила, рубанок, лобзик и долбежник	100	94	91	92	92	94	94	98	100	85
Ножницы, кромкорез и шабер	100	94	91	95	93	93	93	100	100	82
Ударный гайковерт, шуруповерт и шпильковерт	99	94	98	100	99	95	92	104	105	90
Сверлильная машина ударно-вращательного действия	99	94	98	100	99	95	92	105	105	87
Строительный молоток	103	103	102	97	100	101	100	107	107	90
Лом	100	106	105	100	103	104	103	110	110	93
Клепальный, рубильный и зачистной молотки	103	109	108	103	106	107	106	-	113	97
Строительный перфоратор	109	110	112	109	110	113	112	118	118	101

L_{Aeq} * – эквивалентный уровень звука на рабочем месте при отсутствии действия других источников шума в свободном звуковом поле, получаемый при типовых режимах использования машины, установленных в стандартах или технических условиях на машину.

Рис. 7. Шумовые характеристики пневматического инструмента в соответствии с ГОСТ 12.2.030-83

Существует несколько способов борьбы с запыленностью окружающего пространства.

Отсос пыли при помощи общей или местной вентиляции целесообразен на стационарных рабочих местах, но местная вентиляция не обеспечивает эффективного отсоса и требует больших затрат электроэнергии, используемой приводом.

Способ улавливания пыли непосредственно в источнике ее образования, как наиболее рациональный и по энергозатратам, и по степени эффективности отсоса, наиболее приемлем. Для пневматического РМИ это означает, что пылеотсос должен быть встроен непосредственно в РМИ.

Примеры конструктивного исполнения пылеотвода у силового пневматического РМИ представлены на рис. 8.

Таким образом, с целью эффективного использования механизированных технологий и обеспечения требований к качеству продукции **современный пневматический РМИ должен отвечать целому ряду эргономических требований:**

1. Не вызывать значительных статических напряжений у операторов, для чего в конструкции пневматического РМИ должно быть предусмотрено все необходимое для уменьшения физических нагрузок, возникающих при работе с ним.

2. Иметь минимальные параметры вибрации, для чего в пневматическом РМИ должны быть предусмотрены соответствующая балансировка вращающихся и движущихся возвратно-поступательно частей механизмов, различного рода демпферы и виброгасящие устройства (амортизаторы), ограничители скорости холостого хода, а

также обеспечены высокая точность изготовления деталей, сборки (с минимальными зазорами) и хорошая смазка.

3. Иметь минимальные уровни шума, для чего в пневматическом РМИ должны быть предусмотрены различного рода глушители, применены детали из неметаллических материалов и другие устройства, снижающие шум до предельно допустимых уровней.

4. Иметь надежно действующие пылеуловители, которые с пылеотсасывающими устройствами должны обеспечить в зоне дыхания операторов допустимые концентрации пыли.

5. Иметь современный дизайн, рациональные формы и удобное расположение органов управления, т.е. отвечать современным требованиям технической эстетики.

Для реализации процедуры эффективного использования РМИ необходимо обеспечить правильный его выбор. Основы этого выбора закладываются на стадии разработки директивного технологического процесса при формировании требований к основным техническим характеристикам РМИ. Однако следует иметь в виду, что даже самый лучший приобретенный пневматический РМИ не преобразует плохо оборудованное рабочее место в безопасную комфортную зону оператора.

При разработке рабочих технологических процессов определяются, с учетом режимов обработки и условий выполнения технологических операций, требования к основным техническим характеристикам РМИ. При разработке технологической документации на специальные процессы (СП) и особо ответственные технологические процессы (ООТП) или особо ответственные технологические операции (ООТО) определяются дополнитель-

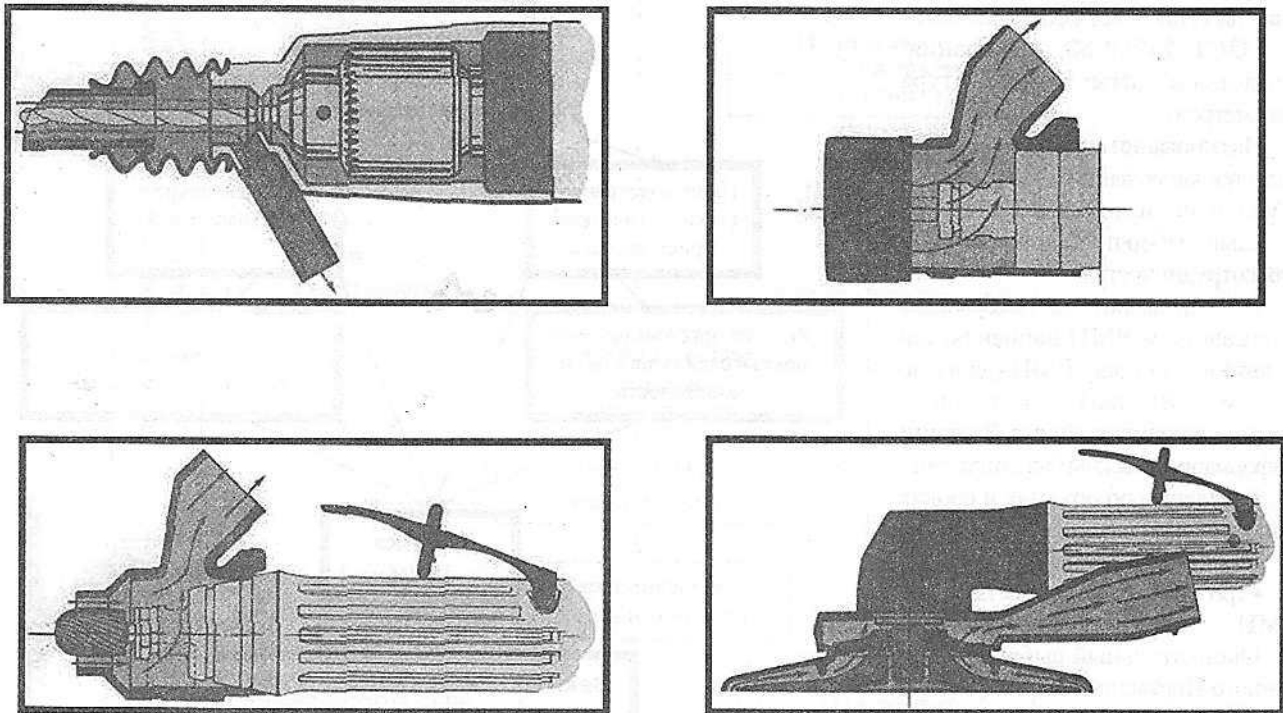


Рис. 8. Варианты пылеотвода у пневматического инструмента при сверлении (а), обработке композиционных материалов (б), фрезеровании (в), шлифовании (г)

ные требования по составу и техническим характеристикам РМИ. На основании этих данных и требований к обеспечению качества продукции разрабатывается Задание на приобретение необходимого РМИ, которое служит предпосылкой для выбора потенциальных поставщиков РМИ, продукция которых по основным характеристикам соответствует или близка к указанным в задании.

Выбор пневматического РМИ должен производиться профессионально с учетом большого количества факторов на основе экспертизы (рис. 9).

Основными факторами, которые необходимо учитывать при выборе РМИ, являются технологические и эргономические; из последних, в первую очередь, безопасность (исключение профзаболеваний и затрат на доплаты) и удобство в работе.

Приобретаемый пневматический РМИ должен соответствовать требованиям следующих нормативных документов:

ГОСТ 12.1.012-90, «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования».

ГОСТ 12.1.029-80, «ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация».

ГОСТ 12.2.010-75, «ССБТ. Машины ручные пневматические. Общие требования безопасности».

ГОСТ 12.2.30-83, «ССБТ. Машины ручные. Шумовые характеристики. Нормы. Методы контроля».

ГОСТ 20.39.108-85, «КСОТТ. Требования по эргономике, обитаемости и технической эстетике. Номенклатура и порядок выбора».

ГОСТ 17770-86, «ССБТ. Машины ручные пневматические. Требования к вибрационным характеристикам».

ГОСТ 25980-83, «Вибрация. Средства защиты. Номенклатура параметров».

На основании экспертной оценки делается заключение о приемлемости РМИ и производится предварительный выбор поставщиков РМИ для сотрудничества.

Всем предварительно выбранным поставщикам РМИ направляется Заявка на поставку РМИ (далее по тексту – Заявка), в которой, с учетом содержащейся в задании информации, должны быть отражены:

- сведения об объемах и сроках поставки РМИ
- требования к РМИ
- требования к условиям поставки РМИ.

Окончательный выбор единственного Поставщика РМИ (далее – Поставщик РМИ) производится после оценки и сравнительного анализа ответов на Заявку (проектов

Контрактов) от предварительно выбранных поставщиков РМИ. Сравнительный анализ проектов Контрактов проводится с учетом:

- полноты соблюдения в Контрактах требований Заявки
- наличия у предварительно выбранных поставщиков РМИ Сертификата соответствия на поставляемый РМИ
- наличия у предварительно выбранных поставщиков РМИ Сертификата на систему качества
- возможности поставки РМИ в запланированные сроки
- наличия дополнительного оснащения РМИ
- условий гарантийного и послегарантийного обслуживания
- стоимости Контракта и др.

При прочих равных условиях могут учитываться такие факторы, как репутация предварительно выбранного поставщика РМИ на мировом рынке, сложившиеся отношения с предварительно выбранным поставщиком РМИ по предыдущим Контрактам (если они были), местонахождение предварительно выбранного поставщика РМИ и т.п.

По результатам сравнительного анализа проектов Контрактов окончательно выбирается Поставщик РМИ, с которым оформляется Контракт на поставку РМИ.

В случае, если на стадии выбора потенциальных поставщиков РМИ не находятся поставщики, продукция которых по основным характеристикам соответствует или близка к указанным в задании, необходимо либо пересмотреть технологию выполнения работ с



Рис. 9. Схема экспертизы РМИ при его выборе

оформлением нового Задания, либо обосновать необходимость проектирования и изготовления специального или специализированного РМИ.

Функциональная модель выбора и (или) создания РМИ для реализации механизированных технологий представлена на рис. 10.

Ввод РМИ в эксплуатацию производится на стадии внедрения технологического процесса (операции) и предусматривает:

- подготовку РМИ к работе
- технологические испытания РМИ при выполнении с его помощью технологической операции (операций)

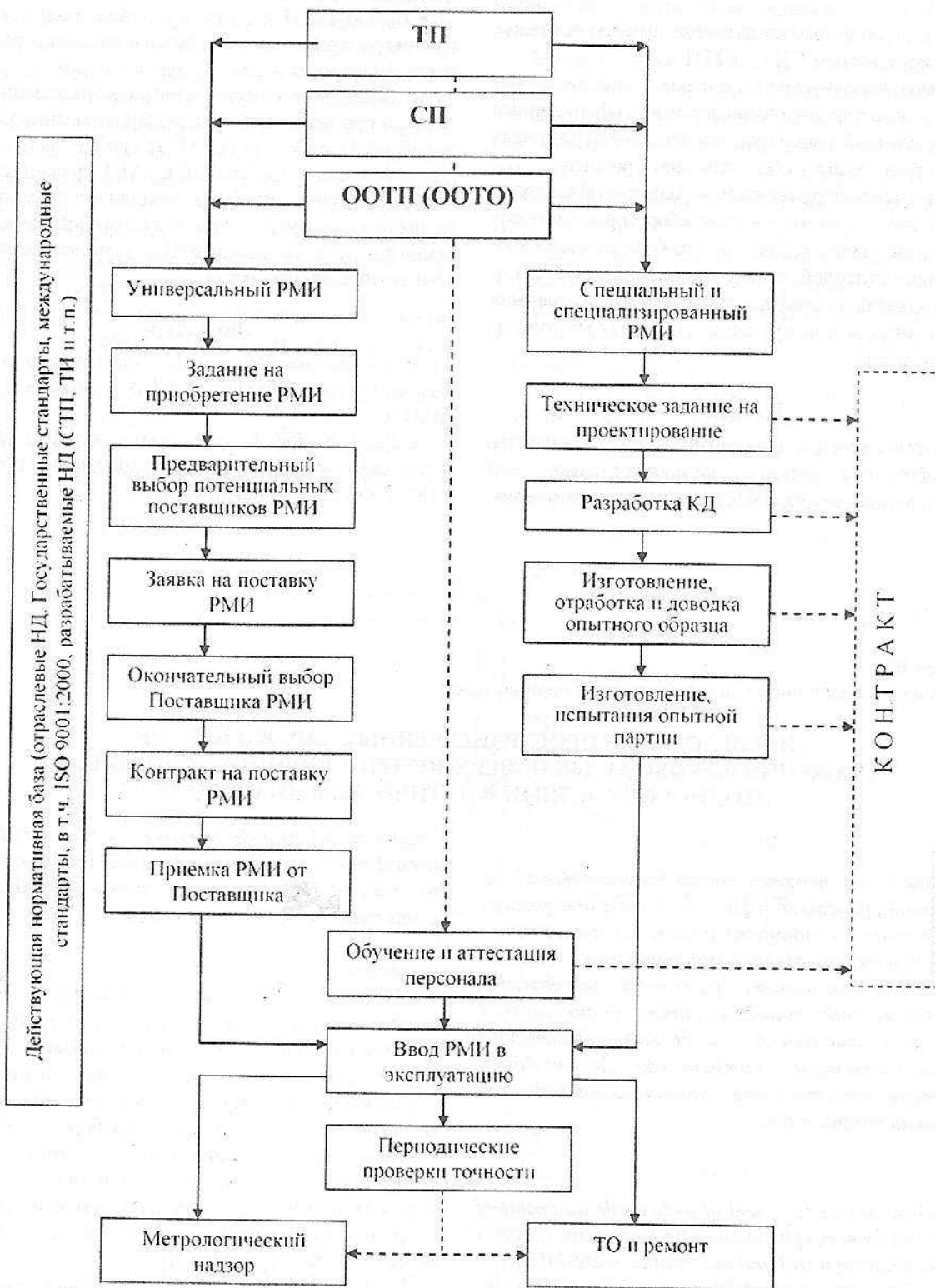


Рис. 10

- оформление Акта о вводе РМИ в эксплуатацию
- Для обеспечения качества выполняемых технологических операций при использовании механизированных технологий, в большей степени СП и ООТП, РМИ должен:
- соответствовать по своим техническим характеристикам и конструктивному исполнению значениям режимов и условиям выполнения технологических операций
 - быть закрепленным как за конкретным исполнителем, так и за конкретным СП и ООТП
 - периодически проходить контроль точности
 - быть идентифицированным и иметь оформленные по установленной форме графики проведения плановых работ по техническому обслуживанию и ремонту
 - храниться в инструментально-раздаточной кладовой и на рабочем участке в специально оборудованном месте
- При этом должны соблюдаться требования к квалификации исполнителей, выполняющих СП и ООТП, и срокам их периодической аттестации на право выполнения закрепленных за ними механизированных технологических операций.

Выводы

- В связи со спецификой авиационного производства объем работ с применением механизированных технологий на базе пневматических РМИ все еще достаточно велик.

УДК 621

Шмаров В.Н.

Национальный авиационный университет. Украина, Киев

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОТРАЖЕНИЯ ШЕРОХОВАТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ С КРУПНОМАСШТАБНЫМИ НЕОДНОРОДНОСТЯМИ В ОПТИЧЕСКОМ ДИАПАЗОНЕ

Анотація

Розроблено установку для виміру ширококутних індикатрис розсіювання шорхуватих поверхонь і характеристик відбиття розсіюючих металевих і неметалевих поверхонь. Зроблено оцінку похибок вимірювання. Виконано експериментальні дослідження індикатрис зворотного відбиття шорхуватих поверхонь з великомасштабними неоднорідностями в діапазоні простірних кутів до 180°. Досліджено і характеристики відбиття алюмінієвих матеріалів із захисними покриттями.

Abstract

Design for measurement of wide angle diagrams of dispersion from rough surfaces and reflective abilities of disseminating metal and nonmetallic materials is developed. The estimation of errors of measurement is investigated. Experimental researches of return reflection

- Существующий рынок пневматического РМИ обширен (по типам и номенклатуре), что создает определенные трудности при выборе конкретной модели РМИ.
- Оценку и выбор РМИ необходимо производить профессионально и предпочтительно на основании его экспертизы, при этом технологическая приемлемость и эргономические показатели РМИ являются определяющими.
- Выбор РМИ должен производиться с учетом организации работ, конструкции и компоновки рабочего места, физических возможностей оператора.
- Обеспечение качества производства авиационной техники при использовании механизированных технологий в СП и ООТП (ООТО) требует реализации дополнительных требований к РМИ, связанных с его идентификацией, хранением, периодическим контролем точности, своевременным техническим обслуживанием и ремонтом, закреплением за конкретным исполнителем и технологическим процессом.

Литература

1. 35 лет на рынке высоких технологий/Под редакцией д.т.н. профессора Г.А. Кривова. – Киев: МИИВЦ, 1999. – С. 75–91.
2. ДСТУ В 3453-96 Авиационная техника. Обеспечение качества производства. Основные положения. – Киев: Госстандарт Украины, 1997.

diagrams of rough surfaces with large-scale discontinuities in a range of spatial angles up to 180° are executed. Reflective characteristics of aluminium materials with sheetings are investigated.

Введение

Измерение параметров крупногабаритных металлических промышленных изделий со сложной геометрической формой, наиболее широко используемых в машиностроении, авиационном, судостроении, транспортном машиностроении и в крупномасштабном строительстве представляет актуальную задачу приборостроения.

Такие задачи для диапазона измерения линейных величин до 1 м и ограниченного диапазона угловых величин решаются использованием специализированных координатных измерительных машин и оптических угломерных приборов [1, 2, 3].

Обеспечить измерение с высокой технологической точностью подобных изделий в диапазоне измерения