

- [10] Borisova, O. S. Sovershenstvovanie sposobov dozirovaniya energii pri finishnoj termoimpulsnoj ochildke precizionnykh detalей letatelnykh apparatov: dis. ... kand. tehn. nauk: 05.07.02 / Borisova Olga Sergeevna. — Kh., 2011. — 154 p. (In Russian).
- [11] Khytrykh, E. E. Sovershenstvovanie processov impulsnoj rezki nepreryvnolitykh zagotovok na osnove chislennogo modelirovaniya [Text]: dis. ... kand. tehn. nauk: 05.03.05 / Khytrykh Evgenij Evgenevich. — Kh., 2013. — 156 p. (In Russian).
- [12] Bodrov, V. I. Matematicheskiye metody prinjatija reshenij [Text] / V. I. Bodrov, T. Ja. Lazareva, Ju. F. Martemjanov. — Tambov: Izd-vo Tamb. gos. tekhn. un-ta, 2004. — 124 p. (In Russian).

УДК 369.64

Матвиенко В.А.¹, Рудько А.Н.¹, Воропаев Е.П.², Москаленко И.Н.²

¹ Публичное акционерное общество «Украинский научно-исследовательский институт авиационной технологии». Украина, г. Киев

² Публичное акционерное общество «Мотор Сич». Украина, г. Запорожье

ФОРМИРОВАНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО НОРМАТИВНОГО БАЗИСА ТЕХНОЛОГИИ ВЕРТОЛЕТОСТРОЕНИЯ

Представлен анализ существующей нормативной базы, используемой в настоящее время в украинском авиастроении. Отмечены основные мировые тенденции в сфере нормативного обеспечения. Приведены перечень и результаты выполненных совместных работ по созданию технологической среды отечественного вертолетостроения.

Ключевые слова: нормативная база; технология; корпоративный стандарт; общепромышленный стандарт; вертолетостроение.

Одной из наиболее характерных современных тенденций развития мирового авиастроения является все более увеличивающийся уровень реинвестирования в разработку новых технологий. Совершенствование технологий становится фактором, кардинально влияющим на сроки освоения и темпы роста объемов производства, уровень конкурентоспособности новых образцов авиационной техники [1].

Известно, что нормативной и информационно-методической базой для выработки, анализа и принятия решений на всех этапах жизненного цикла авиационной техники, в том числе вертолетной, является массив соответствующих нормативных документов.

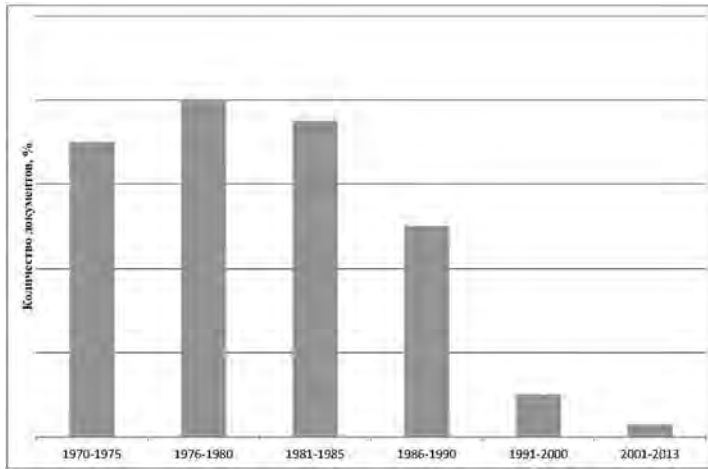
Существующий и используемый в настоящее время в украинском авиастроении нормативный базис включает порядка 15 тысяч документов, представляющих собой государственные стандарты и отраслевые регламенты (ОСТ, ТР, РТМ, ПИ, ММ) [2]. Более 95 % этих документов были созданы в рамках Министерства авиационной промышленности (МАП) СССР, преимущественно, в период 1970–1990 гг. (рис. 1).

Представленные данные свидетельствуют о том, что подавляющая часть действующих в настоящее время отраслевых нормативных документов не является актуализированными и не отражают научно-технический уровень современного мирового авиастроения.

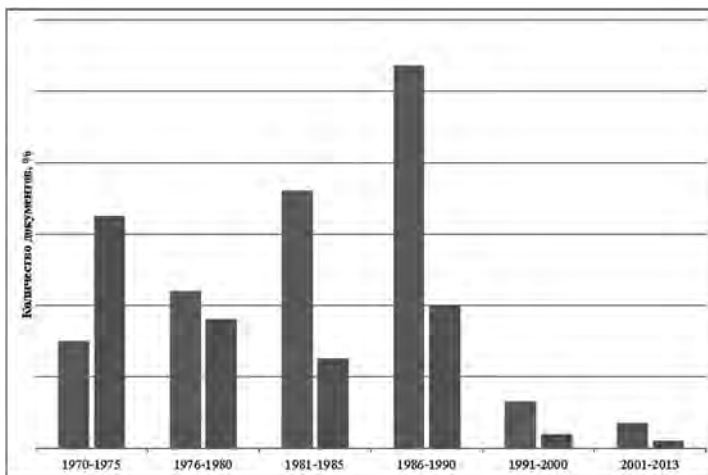
Включительно до конца 1980-х годов в МАП СССР системно проводились работы, направленные на обобщение результатов НИОКР, проведенных предприятиями, научно-исследовательскими и проектными институтами, конструкторскими бюро. Обобщенные результаты таких работ использовались для разработки соответствующих отраслевых нормативных документов. С начала 1990-х годов такие работы в отраслевом масштабе перестали проводиться, актуализация и развитие отраслевой нормативной базы фактически прекратилось.

Изложенное выше является причиной комплекса проблем в сфере нормативного обеспечения деятельности отечественной авиационной промышленности в целом и ее нового сектора — вертолетостроения, в частности.

Общепризнано, что проект любого изделия авиационной техники, в том числе вертолета, содержит,



а)



б)

Рис. 1. Структура нормативной базы авиастроения Украины: а) динамика разработки и введения в действие отраслевых стандартов (ОСТ); б) динамика разработки и введение в действие отраслевых технических условий (ТУ) и руководящих технических материалов (РТМ)

помимо теоретической части, два органически связанных между собой раздела: конструкторский и технологический. Наиболее актуальной и масштабной частью технологического проекта вертолета является модель его технологической среды [2]. Укрупнено, состав и последовательность формирования модели технологической среды представляются следующим:

- технологическая концепция — на этапе разработки технического предложения на вертолет;
- технологический облик конструкции — на этапе эскизного проекта вертолета;
- производственная и эксплуатационная технологичность конструкции — на этапах: рабочего проектирования; производства головной партии вертолета; испытаний и сертификации типа воздушного судна; серийного изготовления и сертификации производства; эксплуатации парка построенных вертолетов.

Опыт ведущих мировых разработчиков и изготовителей авиационной техники свидетельствует о том, что доминирующей тенденцией в сфере нормативного обеспечения является переход от, преимущественно, общепромышленной системы построения нормативной базы к корпоративной.

Проект «Комплексной программы развития вертолетостроения в Украине» (далее — Программа), разработанной АО «Мотор Сич» с участием АО УкрНИИАТ, предусматривает реализацию следующих основных проектов:

- разработка конструктивно-технологических решений по стыковке композитной носовой и центральной алюминиевой частей фюзеляжа вертолета МСБ-2;
- проведение прочностных и усталостных испытаний образцов материалов и соединений;
- подготовка доказательной базы для сертификации разработанной конструкции.

Сотрудничество АО «Мотор Сич» и АО УкрНИИАТ в сфере создания технологической среды отечественного вертолетостроения было начато в 2012 году. С учетом целей и задач Программы, первый этап совместных работ был посвящен технологической подготовке агрегатно-сборочного производства вертолетов Ми-8МСБ; МСБ-8; МСБ-2.

Комплекс совместных работ предусматривает достижение следующих основных целей:

1. Разработка методических рекомендаций по обеспечению производственной технологичности конструкций сборочных единиц (СЕ) фюзеляжа вертолета.

Для достижения этой цели решены следующие задачи:

- выполнен анализ конструкций документации на СЕ фюзеляжа вертолетов;
- систематизированы и актуализированы

нормативные требования относительно порядка проведения работ по отработке конструкций СЕ и деталей на производственную технологичность;

- разработаны процедуры оценки уровня технологичности конструкций СЕ и деталей фюзеляжа;
- выполнена систематизация, классификация и типизация данных о конструктивных параметрах СЕ и деталей; (рис. 2)

- разработаны типовые конструктивные решения для обеспечения технологичности конструкций СЕ и деталей.

2. Разработка маршрутных технологических процессов (МТП) сборки типовых СЕ фюзеляжа вертолетов.

В процессе разработки МТП решены следующие задачи и задокументированы процедуры:

- выбора технологических баз для сборки соответствующих типовых СЕ;



Рис. 2. Типовые СЕ и детали фюзеляжа

- разработаны технические условия (ТУ) поставки деталей и узлов на сборку типовых СЕ;

- определены последовательности выполнения и содержание технологических операций сборки типовых СЕ (рис. 3);

- сформулированы основные требования к сборочной оснастке для сборки соответствующих типов СЕ.

3. Разработка типовых маршрутных технологических процессов (МТП) выполнения соединений при сборке СЕ фюзеляжа вертолета.

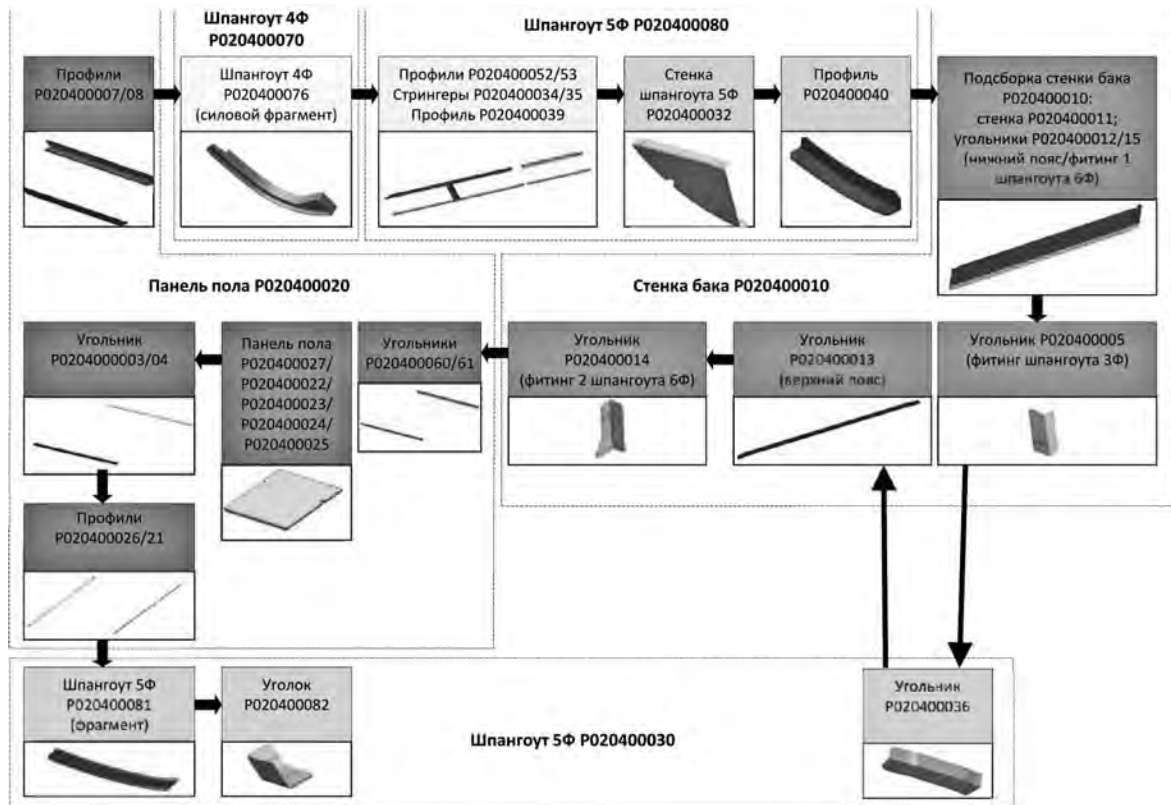


Рис. 3. Последовательность выполнения операций при сборке фюзеляжа

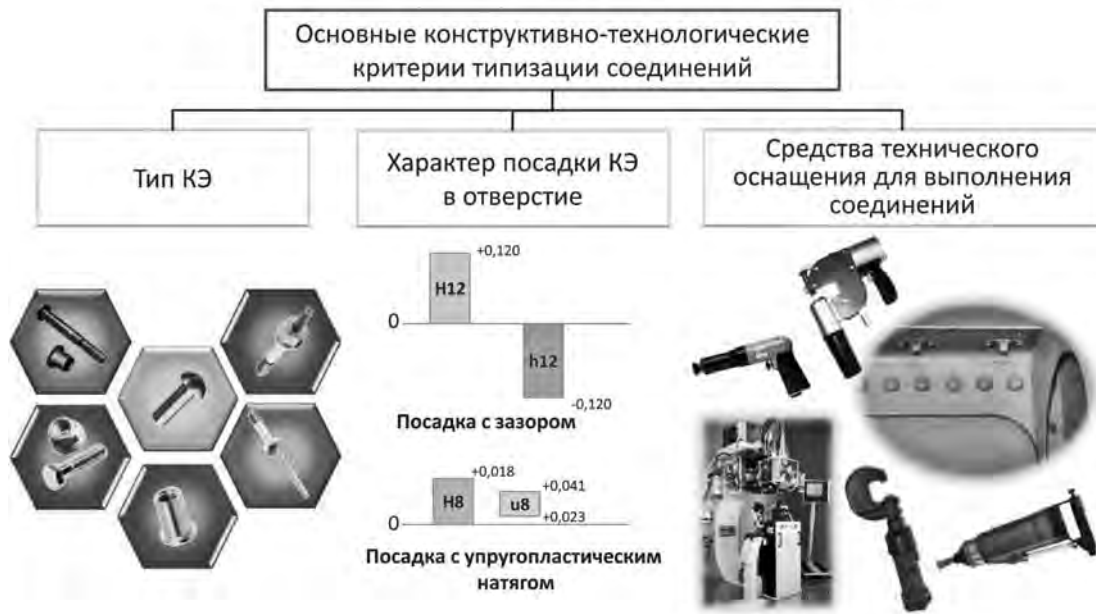
Систематизация, классификация и типизация соединений


Рис. 4. Систематизация, классификация и типизация соединений

В процессе разработки МТП с учетом прочностной и конструктивной концепции фюзеляжа вертолета в целом, выполнены следующие основные работы:

- классифицированы и типизированы соединения, которые необходимо выполнить при сборке СЕ (рис. 4);
- определены перечень и содержание типовых технологических операций выполнения соответствующих типов и видов соединений (рис. 5);

- определен состав средств технологического оснащения (СТО), используемого в типовых технологических операциях выполнения соединений (рис. 6).

4. Разработка типажа-ограничителя крепежных элементов (КЭ), предназначенных для выполнения соединений элементов конструкции фюзеляжа вертолета.

Типаж-ограничитель КЭ разработан с учетом результатов выполнения следующих работ:



Рис. 5. Типовые технологические операции выполнения соединений при сборке СЕ планера

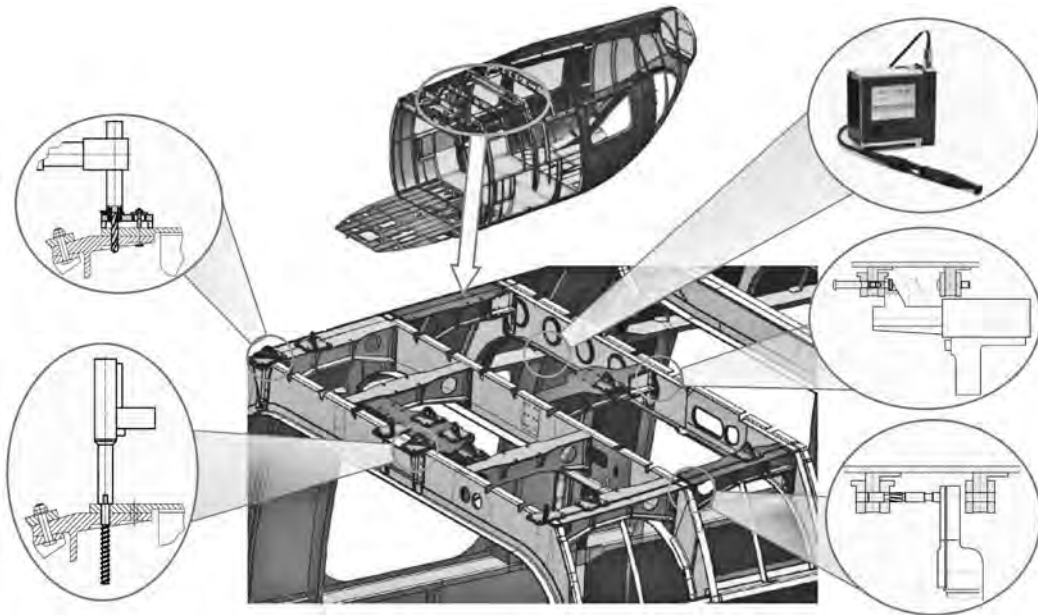


Рис. 6. Комплект СТО для выполнения болтовых соединений при сборке СЕ планера вертолета

- типизация КЭ, используемых в конструкции СЕ перечисленных выше вертолетов и их зарубежных аналогов (рис. 7);
- отбор и систематизация данных о КЭ, выпускаемых ведущими мировыми производителями и предназначенных для сборки авиационных конструкций (рис. 8);
- формирование комплекса данных о КЭ, позволяющих принимать решения о возможности их

использования в соединениях соответствующих типов и видов (рис. 9);

- формирование электронной базы данных для автоматизированного подбора КЭ по заданным критериям (рис. 10).

5. Разработка Типажа механизированного инструмента, предназначенного для выполнения соединений элементов конструкции фюзеляжей вертолетов.

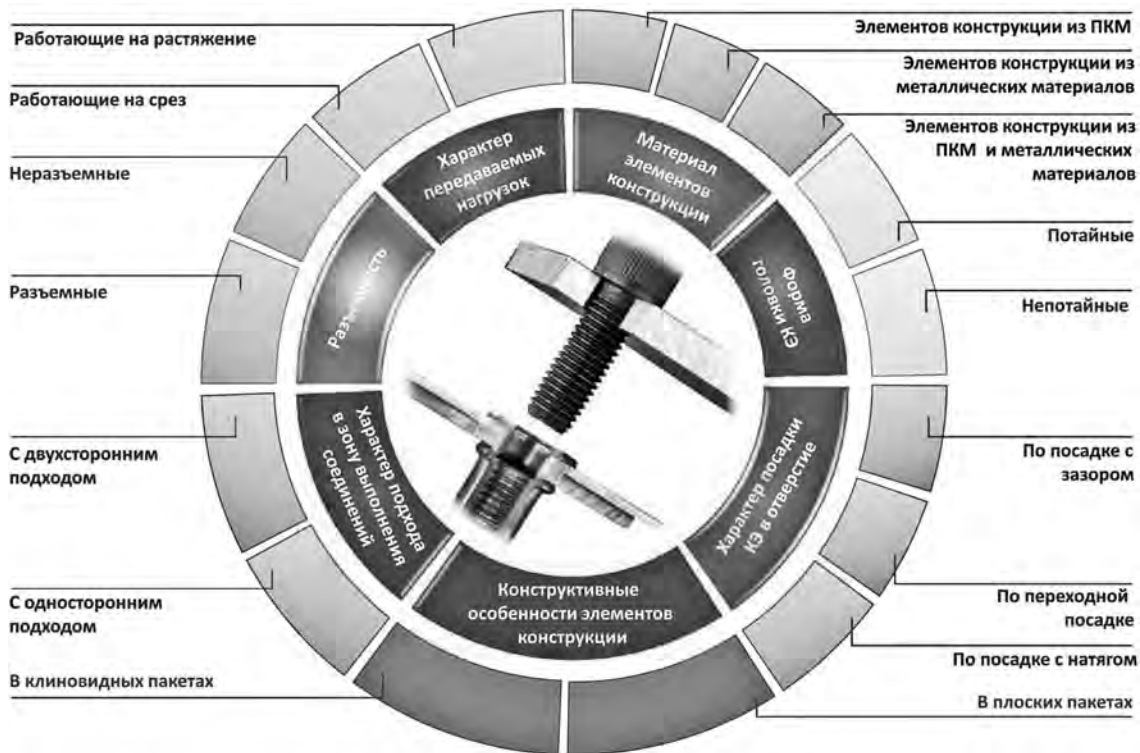


Рис. 7. Типы и виды соединений, для выполнения которых используются КЭ, представленные в Типаже-ограничителе



Содержит систематизированную информацию о конструктивных и прочностных параметрах **17** типов КЭ (более **290** наименований)

По зарубежным стандартам Более 125 наименований

По отраслевым стандартам (ОСТ) Более 160 наименований

ОАО «НОРМАЛЬ» (Россия)

ALCOA **CHERRY AEROSPACE** **Avdel**

Рис. 8. Структура информационного массива, использована для разработки Типажа-ограничителя КЭ

Типаж механизированного инструмента разработан с учетом особенностей существующих и перспективных конструкций фюзеляжей вертолетов, планирующих к разработке и производству в АО «Мотор Сич». Типаж сформирован в результате выполнения следующих основных работ:

- разработки перечня операций выполнения типовых соединений СЕ и фюзеляжа вертолета в целом;
- отбора, систематизации и анализа информации о универсальном, специализированном и специ-

альном механизированном инструменте отечественного и зарубежного производства (рис. 11);

- формирования комплекса данных о соответствующих видах и типах механизированного инструмента, позволяющих производить его выбор с учетом технологии сборки СЕ, используемых КЭ, других конструктивно-технологических решений (рис. 12).

Результаты выполнения перечисленных выше работ представлены в формате нормативных доку-


Изображение	Наименование параметра	Значение параметра				Наименование КЭ
 <p>Возможно исполнение с канавками для отвода герметика.</p> <p>Для соединений по посадке натягом и зазором.</p> <p>Для соединений, работающих на разрыв/срез.</p> <p>Для соединений элементов конструкции из металлических материалов.</p> <p>Изготовитель: AFS.</p>	Обозначение	LGPL2SCEB				<p>Материал, покрытия</p> <p>Геометрические параметры</p> <p>Прочностные параметры</p>
	Материал	Алюминиевый сплав 7050-T73				
	Покрытие	Химическая пленка по MIL-C-5541 Class 1A	Анодирование по MIL-A-8625 'Clear'	Анодирование по MIL-A-8625 'Clear'	Химическая пленка по MIL-C-5541 Class 1A	
	Смазка	цетиловый спирт		Сухая смазка по AS5272	нет	
	Форма головки	Потайная $\le 100^\circ$				
	Допуск на диаметр гладкой части (без покрытия), * (мм)	+0,005 (+0,013)				
	Допуск на диаметр гладкой части (с покрытием), * (мм)	+0,005 (-0,005) ($\pm 0,013$)				
	Номинальный диаметр гладкой части, * (мм)	5/32 (4,17)	3/16 (4,83)		1/4 (6,35)	
	Высота головки, * (мм)	0,0344 (0,9)	0,0452 (1,1)		0,0581 (1,5)	
	Толщина пакета, min...max, * (мм)	0,063...0,625 (1,6...15,9)		0,128...0,625 (3,2...15,9)		
Нагрузка на срез (двойной), Н	7 611	10 230	11 761			
Нагрузка на разрыв, Н	2202	3336				
Кольцо БЗ	3SLC-G05 3SLC-F					
Назначение, изготовитель						

Рис. 9. Типовые формы и объем представления информации о соответствующих КЭ, изложенных в Типаже-ограничителе



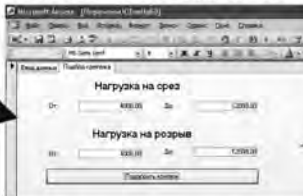
Предназначена для:

- ведения спецификаций КЭ в электронном виде;
- подбора КЭ по заданным критериям в автоматическом режиме;
- систематизация информации (конструктивные, прочностные и др. параметры) о КЭ.

База данных КЭ



Ввод критериев подбора КЭ



Результаты автоматического подбора КЭ



Рис. 10. Электронная база данных и автоматизированная система



Типов инструментов – 13
Моделей инструментов – 350

Изготовители инструментов: УкрНИИАТ, МЗПИ, КНИАТ,
Atlas Copco, Desontter, Alcoa, Cherry Aerospace, Avdel

Рис. 11. Информационный массив, использованный для разработки типажа механизированного инструмента

№ п/п	Назначение	Изготовитель	Модель	Техническая характеристика				Изображение инструмента
				Максимальный диаметр расклевываемой заготовки	Энергия удара, Дж	Масса, кг	Габаритные размеры, мм	
7.4	Расклевывание заготовок ударным методом	Atlas Copco	RRH08P	*алюминиевые сплавы – 8 мм *стали – 7 мм *титановые сплавы – 6 мм	8,0	1,4	244x147x24	
7.5		Desoutter	CP4444RURAB	*алюминиевые сплавы – 1/8" (3,2 мм) *стали – 3/32" (2,4 мм)	4,0	1,0	170x160x35	
7.6		Desoutter	CP4444RUSAB	*алюминиевые сплавы – 3/16" (4,8 мм) *стали – 5/32" (4,0 мм)	6,1	1,1	186x160x35	
7.7		Desoutter	CP4444RUTAB	*алюминиевые сплавы – 1/4" (6,4 мм) *стали – 3/16 (4,8 мм)	8,1	1,3	211x160x35	
7.8		Desoutter	CP4447RUTAB	*алюминиевые сплавы – 5/16" (7,9 мм) *стали – 1/4" (6,4 мм)	17,8	2,3	252x160x35	

Рис. 12. Типовая форма и объем информации о соответствующем инструменте, представленном в типаже



ментированных процедур и предназначены для использования специалистами конструкторских, технологических, производственных и других подразделений в процессе:

- разработки эскизного, технического и рабочего проектов СЕ и фюзеляжа в целом;
- отработки конструкции СЕ и деталей фюзеляжа вертолета на производственную технологичность;
- разработки директивных технологических материалов, маршрутных и рабочих технологических процессов сборки СЕ и фюзеляжа вертолета в целом;
- выбора и закупки КЭ и механизированного инструмента для сборки вертолетов.

Литература

- [1] Кривов Г.А., Матвиенко В.А. Конкурентоспособность в современном авиационном строительстве. Пути достижения и поддержания. «Технологические системы», 2006, № 2, стр. 16–22.
- [2] Каталог нормативних документів колишнього СРСР (ОСТ, ТУ, РД, РТМ), затверджених до 1992 року, якими користуються підприємства і організації Міністерства промислової політики України. 2007. Розробник — АТ УкрНДІАТ, Укладачі — Міністерство промислової політики України. т. 1 — 420 стор., т. 2 — 239 стор.
- [3] Матвиенко В.А. Информационно-методологическая база технологического проектирования авиационной техники в системе CAD/CAM/CAE// Технологические системы, № 3, 2000. стр. 78–82.

Matvienko V.A.¹, Rudko A.M.¹, Voropaev E.P.², Moskalenko I.M.²

¹ Ukrainian Research Institute of Aviation Technology, Public JSC. Ukraine, Kiev

² Motor Sich, Public JSC. Ukraine, Zaporozhye

DEFINITION OF THE DOMESTIC NORMATIVE BASIS FOR THE HELICOPTER BUILDING TECHNOLOGY

This article presents an analysis of the existing regulatory framework, currently being used in the Ukrainian aircraft building. Marked major global trends in the field of regulatory support. Given a list of results and implementation of cooperation on the creation of the technological environment of domestic helicopter.

Keywords: regulatory framework; technology; corporate standard; industry-wide standard; helicopter building.

References

- [1] Krivov G.A., Matvienko V.A. Konkurentosposobnost' v sovremennom aviastroenii. Puti dostizhenija i podderzhaniya. "Tehnologicheskie sistemy", 2006, № 2, pp. 16–22.
- [2] Katalog normativnih dokumentiv kolishn'ogo SRSR (OST, TU, RD, RTM), zatverdzenih do 1992 roku, jakimi koristujut'sja pidpriemstva i organizacii Ministerstva promислової політики України. 2007. Rozrobnik – АТ UkrNDIAT, Ukladachi – Ministerstvo promислової політики України. т. 1 — 420 p., т. 2 — 239 p. (In Russia).
- [3] Matvienko V.A. Informacionno-metodologicheskaja baza tehnologicheskogo proektirovanija aviacionnoj tehniki v sisteme CAD/CAM/CAE// Tehnologicheskie sistemy, № 3, 2000. pp. 78–82.