

- [10] Borisova, O. S. Sovershenstvovanie sposobov dozirovaniya energii pri finishnoj termoimpulsnoj ochildke precizionnykh detalej 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.<sup>1</sup>, Рудько А.Н.<sup>1</sup>, Воропаев Е.П.<sup>2</sup>, Москаленко И.Н.<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> 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; общеотраслевой 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.

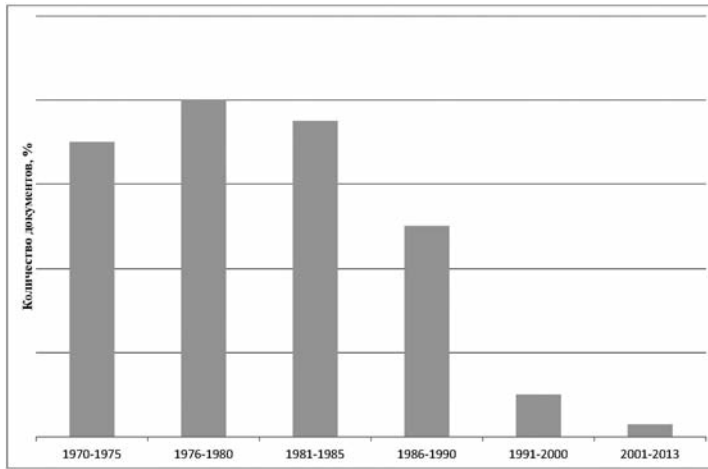
Существующий и используемый в настоящее время в украинском авиастроении нормативный базис включает порядка 15 тысяч документов, представляющих собой государственные стандарты и отраслевые регламенты (ОСТ, ТР, РТМ, ПИ, ММ) [2]. Более 95 % этих документов были созданы в рамках Министерства авиационной 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.

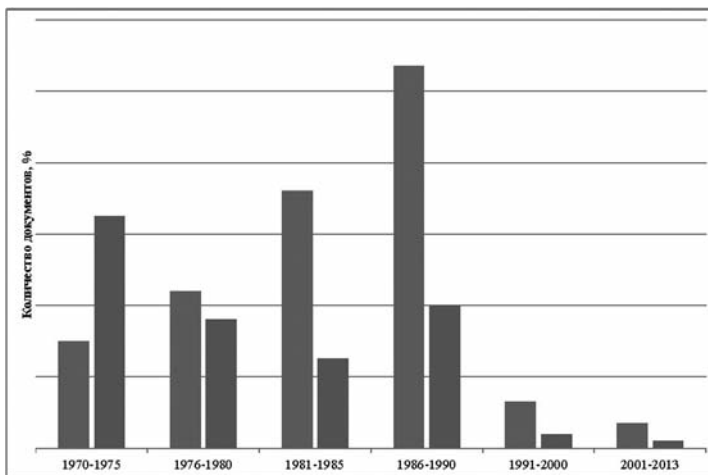
Включительно до конца 1980-х годов в МАП СССР системно проводились работы, направленные на обобщение результатов НИОКР, проведенных предприятиями, научно-исследовательскими и проектными институтами, конструкторскими бюро. Обобщенные результаты таких работ использовались для разработки соответствующих 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 авиационной техники 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;

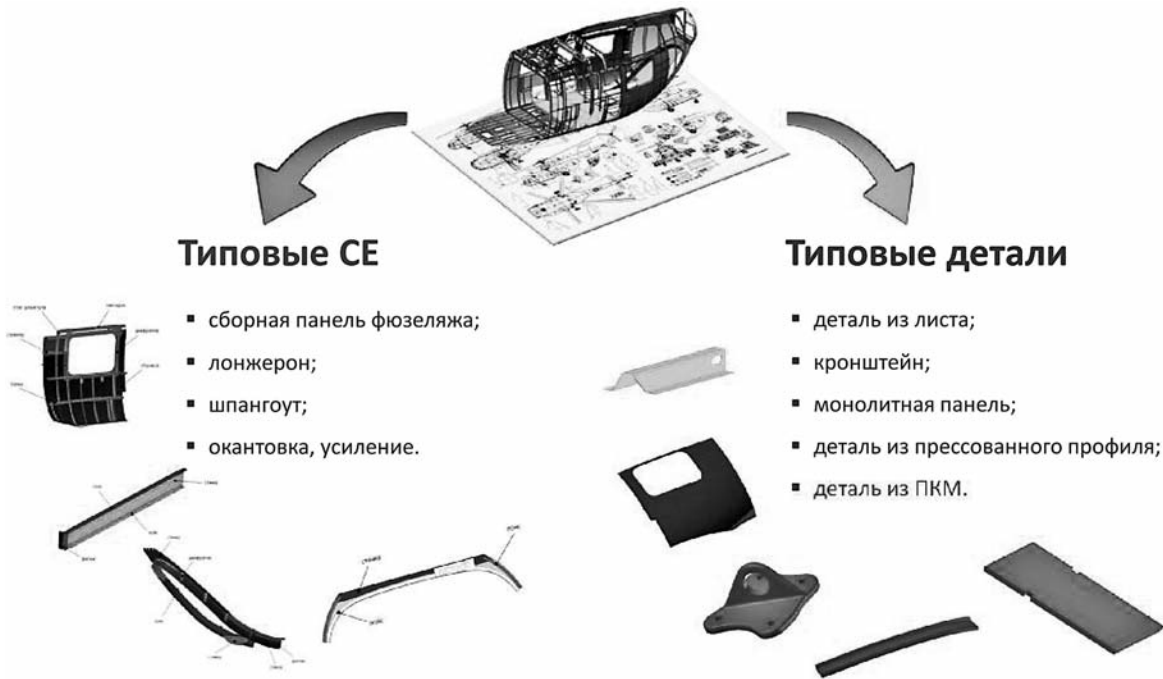


Рис. 2. Типовые СЕ и детали фюзеляжа

- 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.**

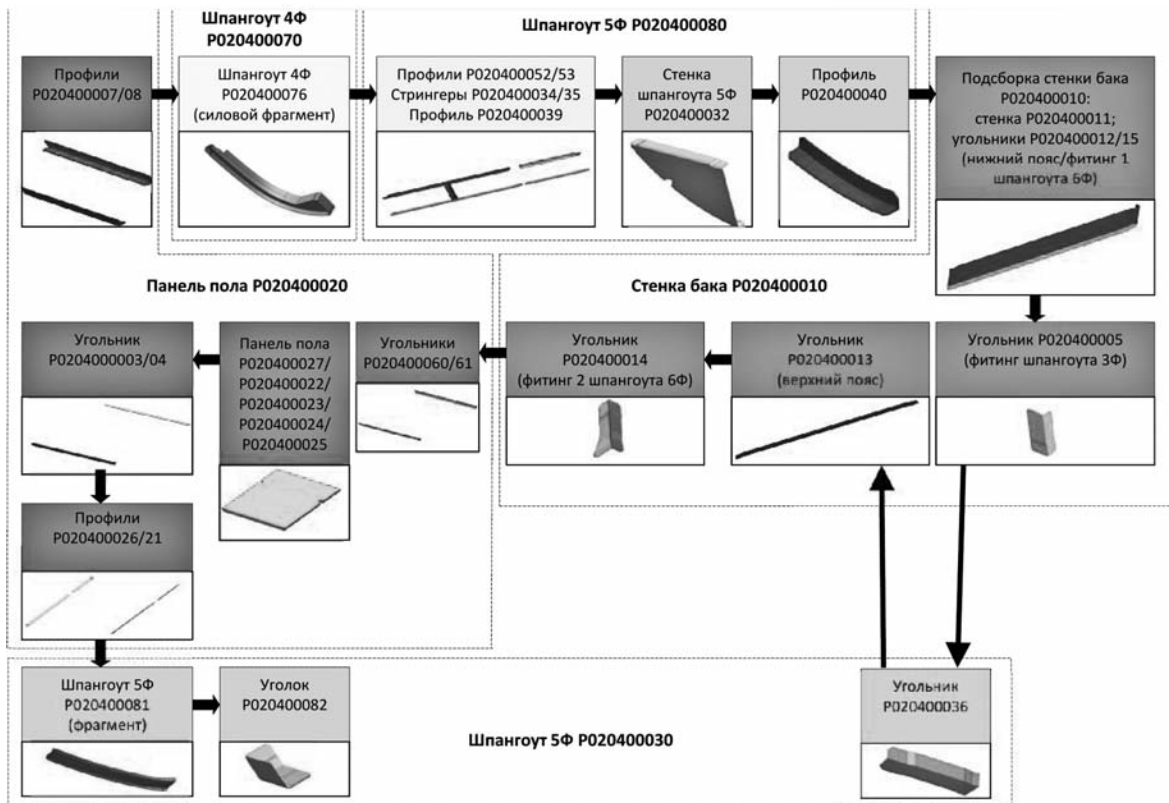


Рис. 3. Последовательность выполнения операций при сборке фюзеляжа

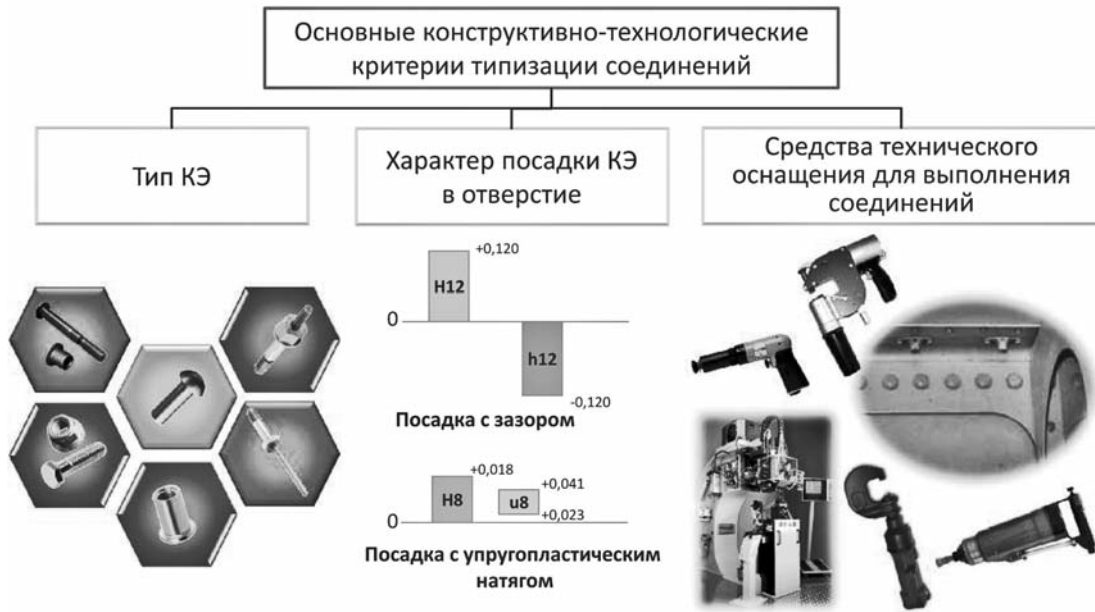
**Систематизация, классификация и типизация соединений**


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:

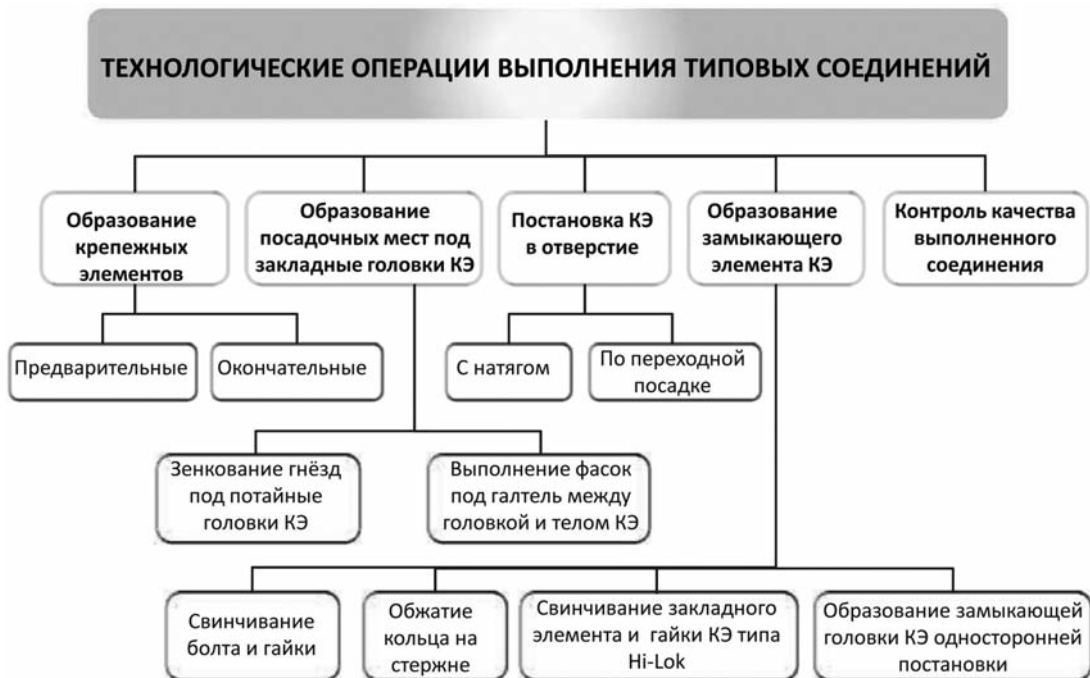


Рис. 5. Типовые технологические операции выполнения соединений при сборке СЕ планера



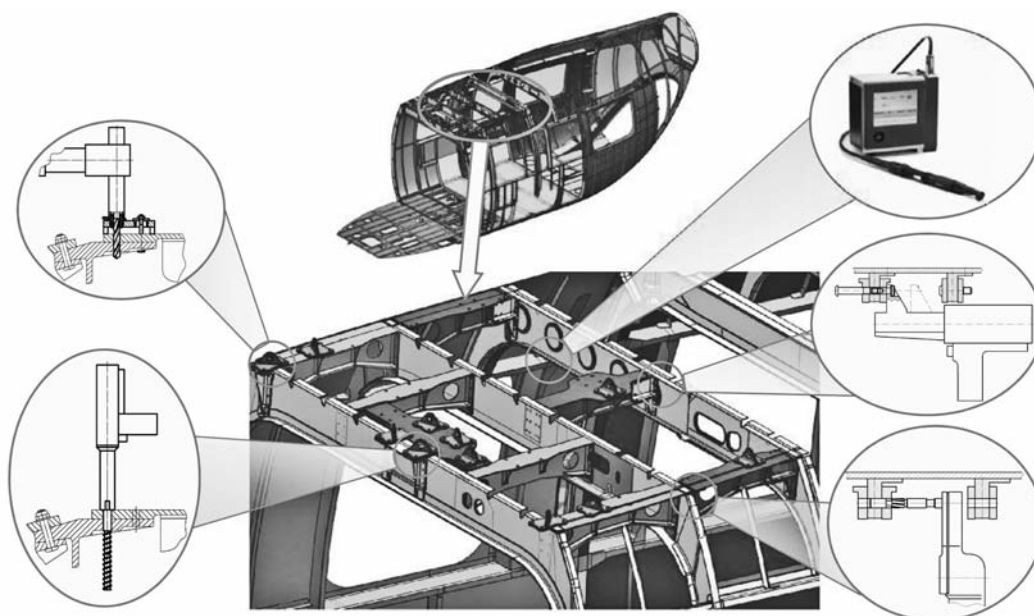


Рис. 6. Комплект СТО для выполнения болтовых соединений при сборке СЕ планера вертолета

- 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.**

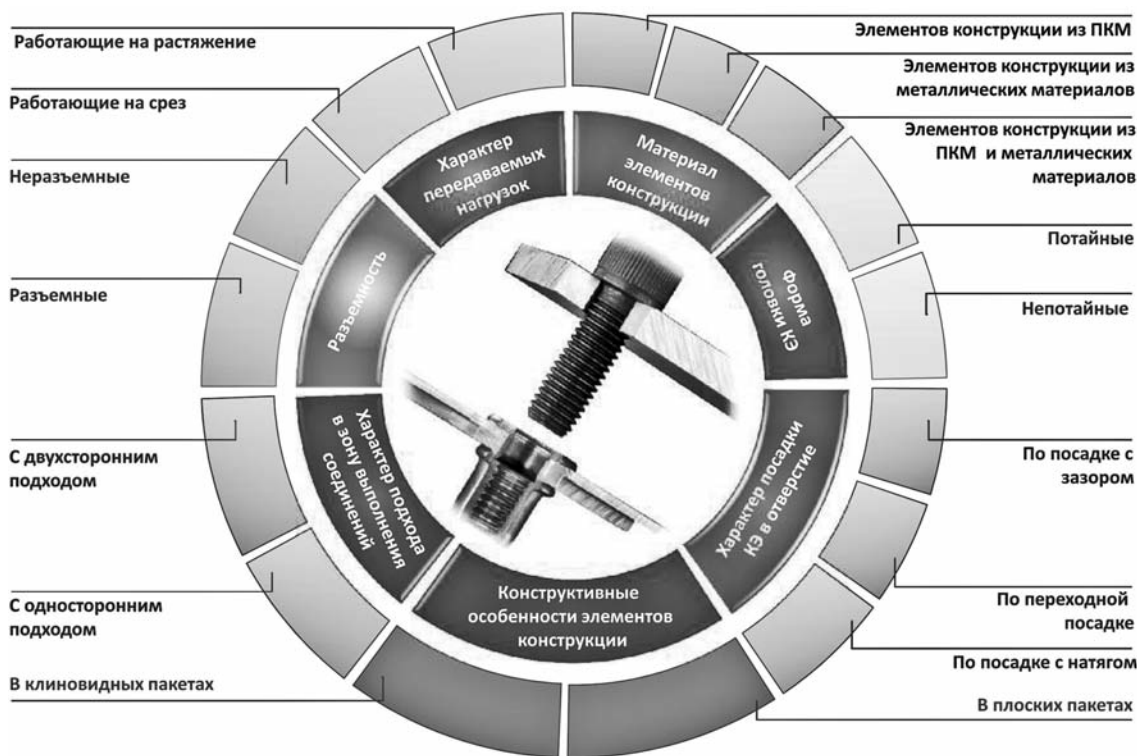
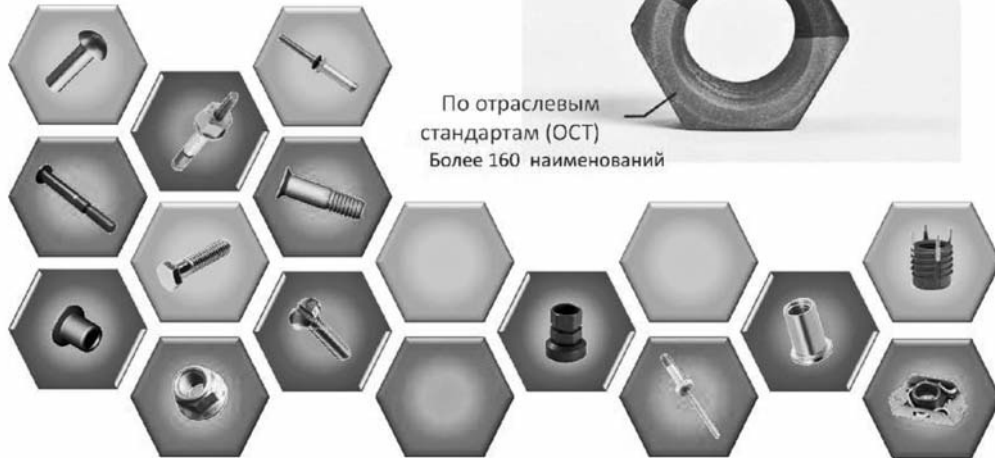


Рис. 7. Типы и виды соединений, для выполнения которых используются КЭ, представленные в Типаже-ограничителе



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



По отраслевым стандартам (ОСТ)  
Более 160 наименований

По зарубежным стандартам  
Более 125 наименований



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

Типаж механизированного инструмента разработан с учетом особенностей существующих и перспективных конструкций фюзеляжей вертолетов, планирующихся 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);

- формирование 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	Стержни болт-защелок LGP из алюминиевого сплава 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 <math>\le 100^\circ</math>				
	Допуск на диаметр гладкой части (без покрытия), * (мм)	$+0,0005 (-0,013)$				
	Допуск на диаметр гладкой части (с покрытием), * (мм)	$\square +0,0005 (-0,013)$				
	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)	0,0591 (1,5)		
	Толщина пакета, min...max, * (мм)	0,063...0,625 (1,6...15,9)		0,126...0,625 (3,2...15,9)		
	Нагрузка на срез (двойной), Н	7 611	10 230	17 761		
	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

Код	Свойства	Название	Материал	Сред	Розрыв	Длина
111123-78	Стержень болта	Стержень болта изготовлен с лезвийной головкой с углом 30 градусов	А193	5199	5199	9123
111123-78	Стержень болта	Стержень болта изготовлен с лезвийной головкой с углом 30 градусов	А193	5199	5199	9123
111123-78	Стержень болта	Стержень болта изготовлен с лезвийной головкой с углом 30 градусов	А193	5199	5199	9123

Ввод критериев подбора КЭ

Нагрузка на срез: От: 4000.00 До: 12000.00

Нагрузка на разрыв: От: 4000.00 До: 12000.00

Параметры: Поиск критерия

Результаты автоматического подбора КЭ

Свойства	Название	Материал	Сред	Розрыв	Длина
111123-78	Стержень болта	Стержень болта изготовлен с лезвийной головкой с углом 30 градусов	А193	5199	5199
111123-78	Стержень болта	Стержень болта изготовлен с лезвийной головкой с углом 30 градусов	А193	5199	5199
111123-78	Стержень болта	Стержень болта изготовлен с лезвийной головкой с углом 30 градусов	А193	5199	5199

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 расклепываемой заклепки	Энергия удара, Дж	Масса, кг	Габаритные размеры, мм	
7.4	Расклепывание заклепок 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.<sup>1</sup>, Rudko A.M.<sup>1</sup>, Voropaev E.P.<sup>2</sup>, Moskalenko I.M.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Ukrainian Research Institute of Aviation Technology, Public JSC. Ukraine, Kiev

<sup>2</sup> 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 promislovoi politiki Ukraïni. 2007. Rozrobnik – АТ UkrNDIAT, Ukladachi – Ministerstvo promislovoi politiki Ukraïni. t. 1 – 420 p., t. 2 – 239 p. (In Russia).
- [3] Matvienko V.A. Informacionno-metodologicheskaja baza tehnologicheskogo proektirovanija aviacionnoj tehniky v sisteme CAD/CAM/CAE// Tehnologicheskie sistemy, № 3, 2000. pp. 78–82.