

№1/2000

ВЕРТОПЕТ

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ISSN 1562-2673



Кто виноват и что делать

Композитные лопасти

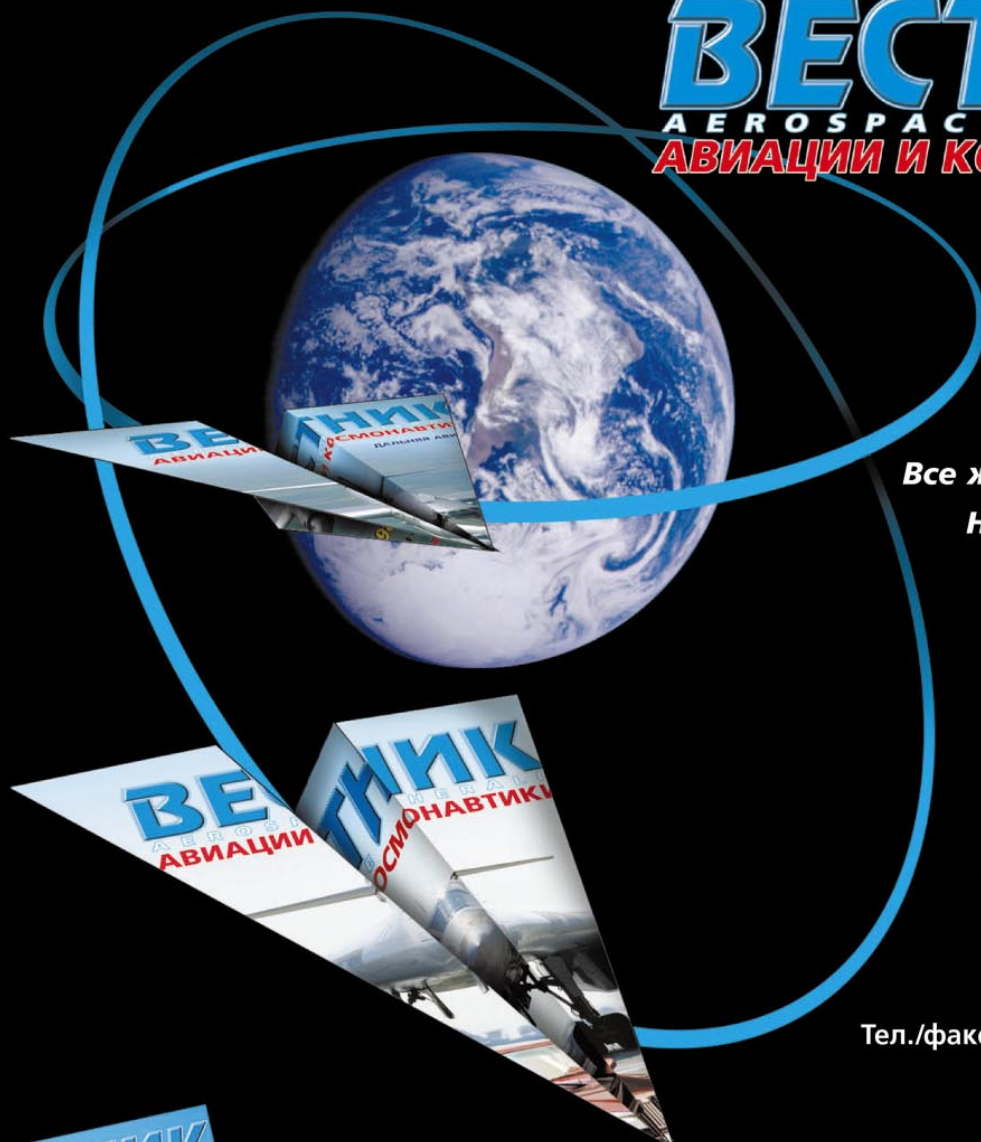
IV Форум РосВО

Ми-34 в эксплуатации

**О ЛУЧШИХ ЛЮДЯХ И ЛУЧШЕЙ ТЕХНИКЕ -
В ЛУЧШЕМ ЖУРНАЛЕ!**

ВЕСТНИК

AEROSPACE HERALD
АВИАЦИИ И КОСМОНАВТИКИ



Все журналы на одном CD

**Новый CD «Воздушная
мощь России»**

Подписной индекс
Роспечати

47293

НАШ НОВЫЙ АДРЕС:

125319 Россия, Москва,

ул. Викторенко, д. 7

Тел. (095) 157 75 46

Тел./факс 788 07 54. Факс 503 91 68



УЧРЕДИТЕЛИ

Казанский вертолетный завод

Казанский государственный
технический университет
им. А. Н. Туполева – КАИ

ИЗДАТЕЛЬ

Редакция журнала «ВЕРТОЛЕТ»

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Ю.С. Богданов	А.М. Назаров
Г.Н. Буянский	В.А. Павлов
В.В. Безнощенко	Е.И. Ружицкий
В.В. Горлов	В.А. Симоненко
Г.Л. Дегтярев	Ю.Г. Соколов
В.Б. Карташев	Р.А. Теймуразов
А.П. Лаврентьев	М.А. Тихонов
В.Р. Михеев	М.Н. Тищенко

РЕДАКЦИЯ

Главный редактор
Сергей Михайлов

Заместитель главного редактора
Александр Хлебников

Ответственный секретарь
Наталья Краева

Секретарь

Олеся Чистякова

Литературный редактор
Наталья Терещенко

Корректор

Наталья Приклонская

Дизайн и верстка
Евгений Груздев

АДРЕС РЕДАКЦИИ

г. Казань, ул. Толстого, д. 15, к. 207

Тел.: (8432) 36-24-54, 36-56-81

Факс: (8432) 36-56-81

E-mail: vertolet@kai.ru

<http://www.vertolet.ru>

ДЛЯ ПИСЕМ

420015, г. Казань, а/я 53

РАЗМЕЩЕНИЕ РЕКЛАМЫ

Тел./факс: (8432) 36-56-81

Фотографии

Р. Галиев (стр. 16-19, 26-28, 30-31),

С. Клевакин (стр. 22, 23),

М. Аюпов (стр. 42-44),

В. Соломахин (1 стр. обложки, 17),

а также из архивов авторов и редакции.

Слово «вертолет» впервые употребил Н.И. Камов
8 февраля 1929 г.

Ответственность за достоверность опубликованных
сведений несут авторы, за достоверность рекламы -
рекламодатели. Мнение редакции не всегда совпадает
с мнением авторов. Перепечатка опубликованных ма-
териалов без письменного разрешения редакции не до-
пускается. При перепечатке материалов ссылка на
журнал «Вертолет» обязательна.

Журнал зарегистрирован в ГК РФ по печати.

Регистрационный № 018035 от 12.08.98 г.

Подписано в печать 28.03.2000

Отпечатано в ЦОП АБАК

Тираж 2000 экземпляров

С о д е р ж а н и е

Безопасность

Кто виноват и Что делать? **4**

Проектирование

Соосный несущий винт: конструкция и аэромеханика **10**

Акустические характеристики Ми-8МТВ-1 **14**

Технология

Композитные лопасти: выкладка или намотка? **16**

Качество композитных конструкций **20**

Эксплуатация

Им сверху видно все **22**

Самопроизвольный разворот **24**

Ремонт как средство существования **26**

Событие

«Касатка» уходит в небо **29**

«Газпром» проявляет интерес к «Ансату» **30**

IV Форум Российского вертолетного общества **32**

Оборудование

Новое «зрение» боевой техники **34**

Медицина

Под действием вибрации **36**

Юбилей

Многогранный талант **38**

Избранный небом **40**

Авиасалон

Себя показать и других посмотреть **42**

История

Проблемы несущего винта **45**

Вертушка

«Шкура-невидимка» **48**

На 1 стр. обложки: новая страница истории освоения западного авиарынка
открыта на Казанском вертолетном заводе.

5 января 2000 года состоялась передача вертолета Ми-172 полиции Южной
Кореи. Первый контракт КВЗ с этой южно-азиатской страной, таким образом, ус-
пешно завершен.

Вертолет оснащен комплектом западной авионики, что ставит его в один ряд
с самыми современными западными машинами. В настоящее время этот вертолет
уже налетал более 150 часов.



Кто виноват и Что ДЕЛАТЬ?

Как говорит статистика, общее число авиационных происшествий, инцидентов и катастроф в последнее время (по авиации в целом и по гражданской авиации в частности) в России и в странах СНГ снижается. По данным Межгосударственного авиационного комитета (МАК), в 1998 г. в гражданской авиации государств – участников Соглашения о гражданской авиации и использовании воздушного пространства произошло 43 авиационных происшествия (АП) различной степени сложности, в том числе 12 катастроф, в которых погибли 113 человек. В 1999 г. авиационных происшествий было 27, катастроф – 10, погибли 55 человек. Налицо значительное снижение. Тем не менее, есть ряд обстоятельств, омрачающих эту картину.

Начнем с того, что сократилось количество воздушных судов, находящихся в эксплуатации, и объем часов налета. С учетом этих факторов относительный уровень безопасности полетов не повысился и прежде всего, как ни прискорбно, – на вертолетах. В докладе МАК отмечено, что в 1999 г. 70% от общего числа авиационных происшествий в СНГ составили происшествия на вертолетах, в них погибли 48 человек.

В принципе, вертолеты и раньше разбивались чаще, чем самолеты, по той простой причине, что их больше. Однако эта тенденция вызывает обоснованное беспокойство специалистов отрасли, особенно тех, кто занимается анализом состояния безопасности полетов и летной годности вертолетного парка. В последние годы

этой теме уделяется пристальное внимание.

В 1997–1998 гг. Департамент авиационной промышленности Минэкономики РФ финансировал исследование состояния эксплуатации вертолетов гражданской авиации. Группа квалифицированных экспертов АО «Информационно-выставочный центр «ВИКОНТ» на основе анализа более 180 актов расследований АП и инцидентов выявила доли участия человеческого фактора и техники в создании опасных ситуаций, а также виды и причины отказов функциональных систем и агрегатов, обусловленных их конструктивно-производственными недостатками (КПН).

Анализ показателей безопасности полетов показывает следующую динамику чис-

ла АП и катастроф за период с 1992 по 1998 гг.: относительное количество АП вертолетов, рассчитанное на 100 000 часов налета, растет быстрее их абсолютного числа (см. рис. 1).

Так что говорить о стабилизации уровня безопасности полетов вертолетов пока нельзя, потому что при уменьшающемся годовом налете это означает ухудшение относительных показателей уровня безопасности. В 1999 г. тенденция снижения уровня безопасности полетов при уменьшении общего числа АП сохранилась.

В чем виновата техника?

Технический фактор (КПН, техническое обеспечение и ремонт) оказался преобладающим в группе причин, обусловивших общее число инцидентов, и составил примерно 77% в 1997 г. и 64% в 1998 г. (см. рис.2).

Техника, как известно, может отказать по разным причинам: есть причины подконтрольные тем, кто эту технику эксплуатирует, есть и другие, которые люди кон-

тролировать не могут, поскольку причины эти обусловлены самой конструкцией или технологией производства. Как показали исследования, конструктивно-производственные недостатки лежат в основе зна-

ции вертолетов, содержащиеся в соответствующих нормативных документах, действия экипажа комиссиями были признаны верными, метеоусловия находились в пределах установленного минимума. Уста-

Технический фактор оказался преобладающим в группе причин, обусловивших общее число инцидентов, и составил примерно 77% в 1997 г. и 64% в 1998 г.

чительной части аварийных и сложных ситуаций за рассмотренный период (см. рис.3).

Государственный центр «Безопасность полетов на воздушном транспорте» (ГЦ БПВТ) Управления государственного надзора над безопасностью полетов провел анализ АП, связанных с отказами техники в тех случаях, когда соблюдались все ограничения и рекомендации по эксплуата-

новлено, что технические причины АП и инцидентов, произошедших за последние 5 лет, различны для вертолетов разных типов.

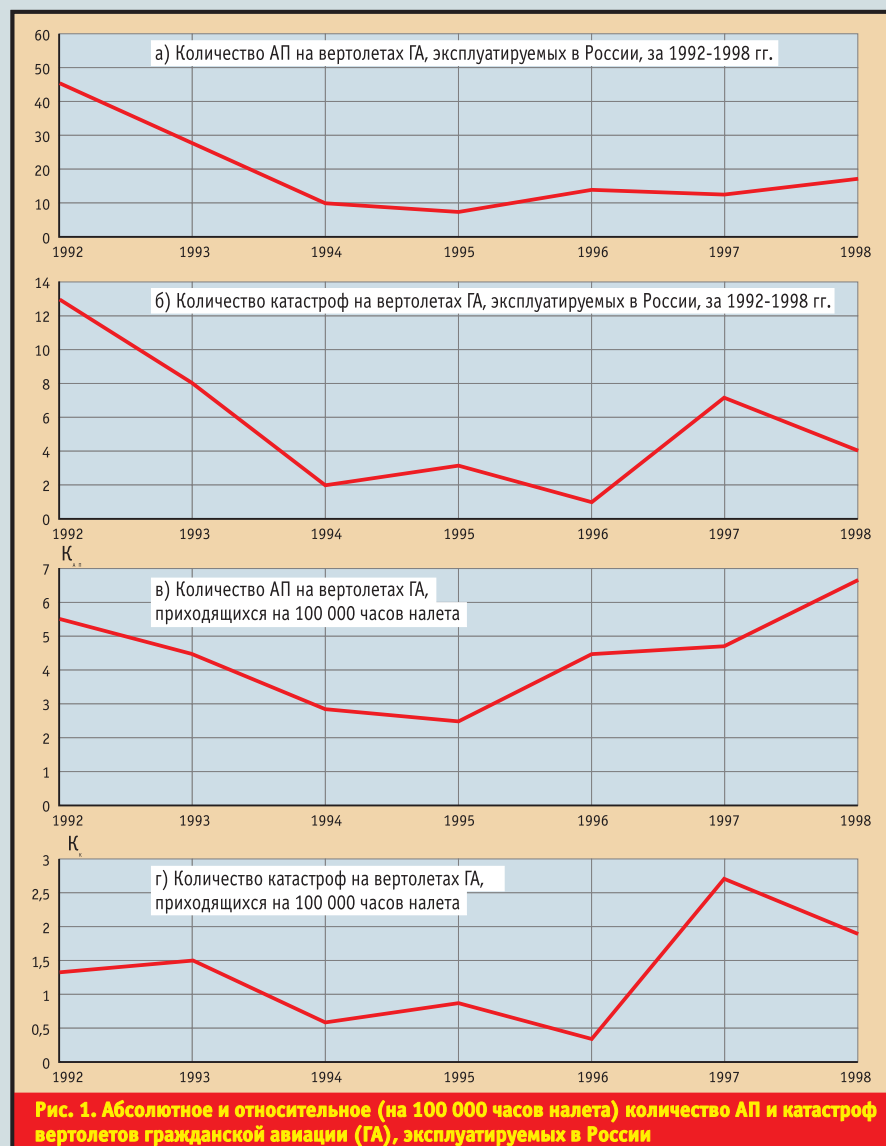
Рассмотрим последовательно причины АП и инцидентов на вертолетах Ми-8 и Ми-6.

Летные происшествия на Ми-8, как правило, происходили по двум причинам: из-за недостаточного запаса газодинамической устойчивости (ГДУ) двигателей ТВ2-117 при попадании на вход двигателя воды или снега (льда) и из-за разрушения косозубой шестерни 7971.0220 редуктора ВР-8.

Анализ эксплуатации вертолета Ми-8 с двигателями ТВ2-117 показывает, что в условиях осадков и обледенения может произойти самовыключение одного или обоих двигателей. Иногда это происходит совершенно неожиданно при попадании в двигатель снега, льда или воды. Причем масса попавшей в двигатель влаги может быть небольшой – от 40 до 140 г снега (льда) или 100-350 г воды в зависимости от режима работы.

Почему это происходит? Во-первых, при попадании на вход компрессора влаги возможно угасание пламени форсунок и, соответственно, самовыключение двигателя. Во-вторых, двигатели могут выключиться из-за нарушения работоспособности блока дренажных клапанов, поскольку в колене сливной трубки могут остаться попавшие туда лед и снег.

Лед может попасть на вход двигателя, если передняя часть поверхности вертолета перед вылетом была недостаточно обработана. Кроме того, при быстром изменении погодных условий вертолет может неожиданно оказаться в заряде мокрого снега с дождем. Поскольку зону распространения снежного заряда определить в данных условиях невозможно, любые решения (изменение маршрута, высоты полета, его продолжение или посадка) могут быть в равной степени рискованными.



Так, например, ночью 30.09.98 г. Ми-8 № 25915 авиакомпании «Восток» получил срочное санзадание и вылетел по маршруту Урал-2 – Хабаровск. Через полчаса после взлета на высоте 3600 м произошло самовыключение двигателей, и лишь через 1 мин 43 с экипажу удалось запустить их вновь. Усложнение условий полета произошло из-за неожиданного попадания вертолета в зону кучево-дождевой облачности и осадков при температуре -2°C. Метеопрогноз, полученный при вылете, такого не предусматривал. Экипаж в сложной обстановке действовал верно, и вынужденная посадка прошла без потерь и разрушений. Метеослужба и руководитель полетов получили нарекания, однако возможности оказать экипажу серьезную практическую помощь у них не было.

Недостаточная устойчивость двигателей ТВ2-117АТ может повлечь за собой очень серьезные последствия, поскольку в некоторых случаях при малой высоте полета дефицит времени в сочетании с помехами в районе вынужденной посадки могут привести к практическому отсутствию возможностей безопасного приземления.

18.03.95 г. в Анадыре произвел взлет вертолет Ми-8Т № 25513. На 34-й секунде полета при высоте всего 40 м и скорости 50 км/ч отказал правый двигатель. Командир решил произвести вынужденную посадку. Однако ситуация осложнялась тем, что вертолет находился над территорией склада горюче-смазочных материалов, так как именно в этом направлении (!) был произведен взлет. Когда всего через 7,5 секунды отказал второй двигатель, отчаянным маневром командир переместил вертолет и, избежав столкновения с емкостями ГСМ, посадил его на фактически непригодную по размерам и рельефу площадку. Машина получила значительные повреждения, но экипаж был спасен. Странно одно: в «Инструкции по производству полетов в районе а/п Анадырь» не содержалось никаких рекомендаций и запретов, касающихся полетов над территорией склада ГСМ.

Для устранения случаев самовыключения двигателей ТВ2-117 вследствие недостаточной ГДУ в свое время был разработан ряд мероприятий. Так, например, ГосНИИ ГА и МАП были выработаны «Предложения по предупреждению самовыключений двигателей в сложных метеоусловиях» (22.09.89 г.). Однако на практике они не применяются: надежность двигателей в последние годы практически не повысилась, что говорит об отсутствии

у конструкторов двигателя интереса к устранению этого недостатка.

В связи с отсутствием эффективных конструктивных мероприятий в период 1978-1983 гг. в РЛЭ вертолета введены рекомендации, которые практически сводятся лишь к дополнительным летным ограничениям, запрещающим вход в ливневые осадки при видимости менее 2000 м в интервале температур $\pm 5^\circ\text{C}$ (п.2.5.7.3 раздела «Летные ограничения» РЛЭ Ми-8). Правда, отсутствие на борту технических средств, позволяющих определить горизонтальную видимость в осадках, не дает

экипажу возможности принять своевременные меры, исключающие попадание в неблагоприятные погодные условия. Следующая рекомендация – включать противообледенительные системы (ПОС) двигателей и воздухозаборников в режим «ручной» в полете при температуре $+5^\circ\text{C}$ и ниже при входе в облачность, туман, снегопад, дождь или морось. Но термометр ТВ-45 в связи со своими конструктивными особенностями завышает температуру воздуха примерно на 3°C , и для определения точной температуры воздуха при включении ПОС и в случае вывода вертолета из

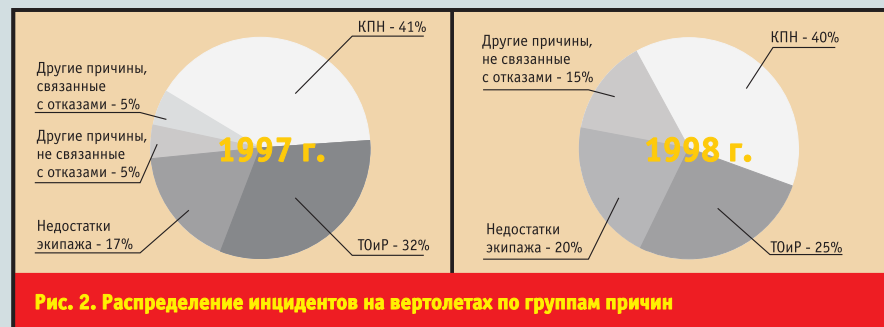


Рис. 2. Распределение инцидентов на вертолетах по группам причин

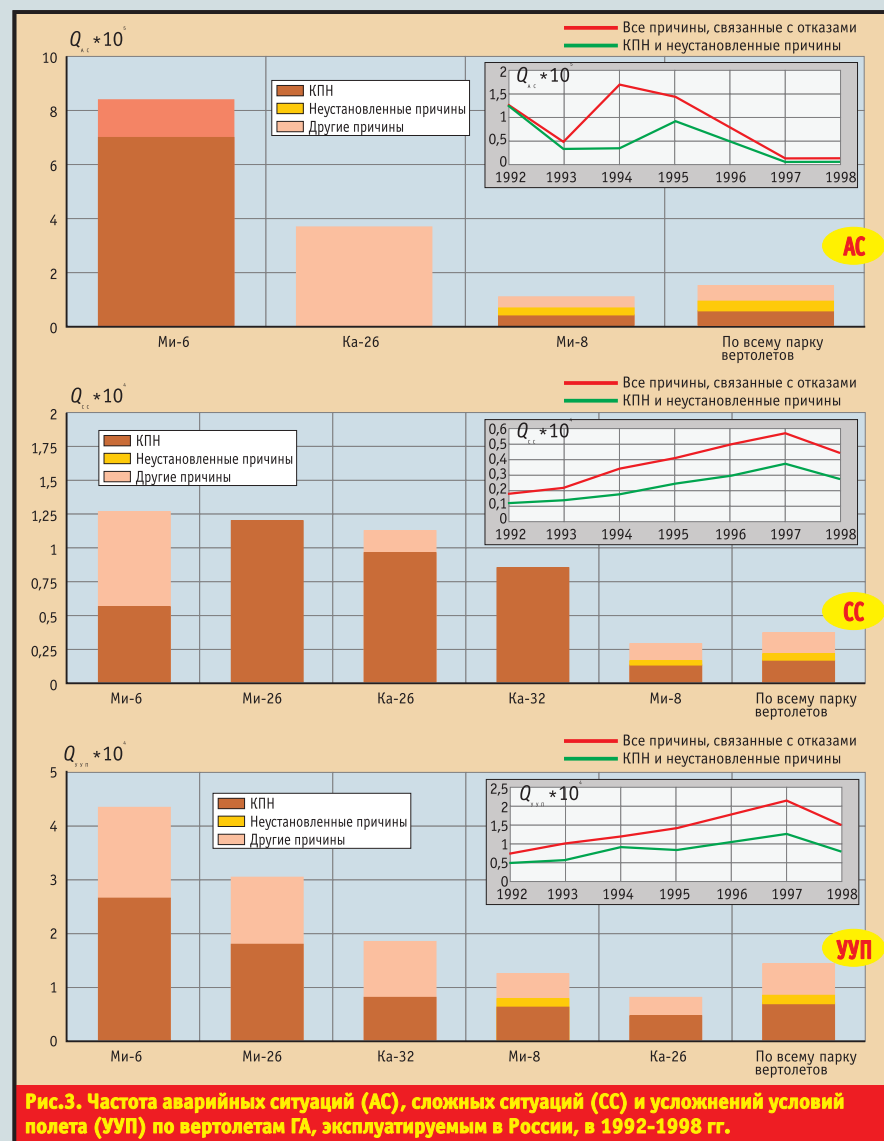


Рис. 3. Частота аварийных ситуаций (АС), сложных ситуаций (СС) и усложнений условий полета (УУП) по вертолетам ГА, эксплуатируемым в России, в 1992-1998 гг.

зоны обледенения необходимо пользоваться, по возможности, данными АМСГ.

Фактически наличие описанного выше КПП в двигателях ТВ2-117 может стать фатальным лишь при крайне редком стечении обстоятельств. Очень многое зависит от квалификации наземных служб и экипажа.

Могут быть ужесточены ограничения метеословий для Ми-8, могут быть усилены требования к очистке от снега и льда носовой части фюзеляжа, более тщательно может проводиться подготовка вертолета к полетам вообще, но самое главное все же – это повышение квалификации летного состава. Необходимо изменить «Правила подготовки летного состава» (ППЛС-92) вертолетов Ми-8. У пилотов должна быть возможность выработки устойчивых навыков действий в случае отказа обоих двигателей. Для этого нужно возобновить тренировочные занятия на аэродромах. Очень полезными для летчиков стали бы занятия по определению зон ливневых осадков и способов их обхода, проводимые специалистами метеослужб.

Разрушение косозубой шестерни – это конструктивно-производственный недостаток, имеющий усталостный характер. Комиссии, расследовавшие АП, происходившие на вертолетах Ми-8, сталкивались, в основном, с разрушением ведомого зубчатого колеса 7971.0066. Дело в том, что, накопившись, микротрещины в конце концов могут привести к разрушению шестерни в полете. Явление это очень редкое – (за все время эксплуатации вертолетов Ми-8 известно 12 таких случаев), но крайне опасное. Из указанных 12 случаев 4 закончились катастрофами с человеческими жертвами.

Данный КПП изучался ГосНИИ ГА и Научно-техническим центром «Эксперт» при воинской части № 75360 в 1993 и 1994 гг. Большая работа была проведена Юсударственным центром «Безопасность полетов на воздушном транспорте». Были применены самые современные методы анализа, включая магнитный контроль, микрофотографию, исследования на рентгеновском анализаторе напряжений, виброметрирование и т.д., проанализированы технологии производства и ремонта. В итоге причины и механизм возникновения этого недостатка были установлены, и специалисты Центрального института авиационного моторостроения (ЦИАМ) разработали методы диагностики зубчатых колес 7971.0066 путем отслеживания изменений уровня вибраций в процессе эксплуатации редукторов. Правда, для реализации этого метода необходимо оснащение конт-

рольно-измерительной аппаратурой каждого воздушного судна, а этого на практике нет. Изменена технология изготовления шестерен на заводе «Пермские моторы». Разработаны и применяются зубчатые колеса новой конструкции 7971.1139. Однако в эксплуатации остается достаточное количество вертолетов, на которых установлены редукторы с ведомыми зубчатыми колесами старого образца. Вопрос о внедрении периодического контроля их состояния остается довольно сложным, поскольку основную работу можно провести лишь в заводских условиях.

Специалисты настаивают на разработке дополнений в «Руководство по летной эксплуатации Ми-8», в которых особое внимание должно быть уделено разрушению косозубой шестерни в полете, так как у экипажа в этом случае есть не более минуты для принятия верного решения. За эту минуту необходимо как можно скорее подготовить вертолет к посадке. Если в подобной ситуации высота полета не позволяет перейти на режим самовращения несущего винта, то благоприятный исход полета маловероятен.

Первая катастрофа по рассматриваемой причине произошла в Нижневартовске 21.03.73 г. с вертолетом Ми-8 № 25264. Разрушение косозубой шестерни произошло в процессе работы с грузом на внешней подвеске, когда вертолет находился на высоте, не обеспечивающей переход на режим авторотации.

Особенно важно, чтобы летчики умели как можно скорее распознавать подобную ситуацию по ряду признаков: появление постороннего шума с металлическим скрежетом, возникновение тряски воздушного судна, самовыключение двигателей системой защиты турбины винта (СЗТВ) и падение оборотов несущего винта.

АП на вертолетах Ми-6, как правило, происходят по двум причинам. Первая – разрушение передних подшипников опоры среднего вала трансмиссии двигателя Д-25В, вторая – разрушение зубчатого колеса первой ступени редукции главного редуктора Р-7.

Причины разрушения зубчатого колеса 14-11-281 задних узлов ведущих валов первой ступени редуктора Р-7 аналогичны причинам разрушения косозубой шестерни на вертолетах Ми-8: они также носят усталостный характер. Всего за время эксплуатации Ми-6 отмечено 5 таких случаев. Вероятность их повторения мала, поскольку еще в 1978 г. вместо зубчатых колес 14-11-281 были внедрены зубчатые колеса 23-11-761 с иным расположением шлицевого венца. Однако внедрение более

надежного зубчатого колеса произошло только в серийном производстве, а при ремонте изъятие зубчатых колес старого образца не предусмотрено. Их решили оставить в эксплуатации исходя из того, что процесс зарождения и развития усталостных трещин протекает достаточно медленно и при 1000-часовом межремонтном ресурсе можно своевременно выявить «усталые» зубчатые колеса. Это почти так. Однако мы все прекрасно знаем, как дорого обходится в авиации подобное «почти».

13 июля 1996 г. экипаж Ми-6РА №21184 Ухтинского филиала Сыктывкарского ГАП «Комиавиа» перевозил на внешней подвеске грузы по заказу нефтяников. Все соответствовало нормам и правилам, начиная от погоды и заканчивая выполнением всех необходимых формальностей. Полет, маршрут которого включал в себя несколько взлетов и посадок, проходил нормально. Экипаж приступил к снижению на площадку последнего из пунктов своего назначения. На высоте 200-250 м раздался резкий гул и скрежет в зоне главного редуктора, после чего через 2-3 секунды выключился правый двигатель. Экипаж сбросил груз с внешней подвески, выполнил все необходимые операции, предусмотренные РЛЭ в ситуации выключения двигателя, и продолжил снижение. Гул и скрежет в редукторе продолжались, а через 50 с после выключения правого двигателя на высоте 50-40 м системой защиты винта от раскрутки выключился и левый двигатель. Экипаж сумел провести посадку на режиме авторотации, никто из находившихся на борту не пострадал.

Спустя год с небольшим, 15.10.97 г., аналогичное АП случилось на Дальнем Востоке. Стало ясно, что полагаться только на межремонтный ресурс для отслеживания состояния зубчатых колес невозможно. Уже 30.10.97 г. в ФАС состоялось совещание, результатом которого стало решение о приостановлении эксплуатации всех воздушных судов с редукторами Р-7 выпуска до 1978 г., на которых еще оставались не замененными зубчатые колеса 14-11-281. Их планировалось заменить в обязательном порядке. Одновременно было рекомендовано ограничить пассажирские перевозки вертолетами Ми-6. Перед промышленностью встал вопрос об обеспечении авторского надзора за ремонтом двигателей и главных редукторов. По мнению специалистов ГЦ БПВТ, повышение безопасности полетов должно быть также предметом заботы эксплуатантов. В конце каждого летного дня необходимо производить осмотр фильтров и магнитных пробок редукторов Р-7 на вертолетах Ми-6(А) и Ми-10К. Пришло время принять

уточнения и дополнения в РЛЭ и «Правила подготовки летного состава», учитывающие дефицит времени у экипажа на принятие решений.

В начале 90-х гг. большое беспокойство у экспертов стали вызывать частые случаи разрушения подшипников вала трансмиссии двигателей Д-25В. Мероприятия по обнаружению и устранению этого недостатка, разработанные Минавиапромом и МГА, так и не были реализованы. Однако в мае 1993 г. пришлось приостановить эксплуатацию вертолетов Ми-6 для проведения дополнительных исследований. Результатом работы, проделанной специалистами МВЗ им. М.Л. Милля, «Пермских моторов» и ГосНИИ ГА, стали документы, содержащие рекомендации экипажам и персоналу, обслуживающему технику. Указания № ДВ-99/И предусматривали регулярный (через каждые 50-60 часов налета) контроль содержания металла в масле редуктора Р-7 по прибору ПОЖ. Временные дополнения РЛЭ вертолета Ми-6 содержали рекомендации экипажу в случае разрушения подшипников трансмиссии. Позже эти рекомендации подверглись сомнению ГЦ БПВТ как недостаточно обоснованные и даже могущие в некоторых случаях привести к осложнению ситуации. В частности, скоротечность процесса разрушения подшипников трансмиссии практически не дает экипажу возможности как-то воздействовать на его ход.

Изменение режима полета, рекомендованное указанными изменениями в РЛЭ, не может остановить разрушения подшипника, которое быстро может привести к разрушению корпуса трансмиссии и, наконец, к пожару.

1.07.94 г. экипаж Ми-6А № 21040 выполнял транспортно-связной полет по маршруту Салехард – Надым. После 46 минут нормального полета послышался скрежет в районе левого двигателя и на-



включить системы пожаротушения необходимого эффекта не дали. Машина горела, и несмотря на то, что приземление произошло достаточно мягко, попытки экипажа спасти вертолет подручными средствами не увенчались успехом.

В настоящее время единой трактовки причин разрушений подшипников нет. Всего за период эксплуатации вертолета Ми-6(А) с 1980 по 1998 гг. включительно зафиксировано 35 АП, вызванных данной причиной. В 14 случаях в полете возник пожар, 6 из 14 машин были полностью уничтожены огнем.

Человек как слабое звено вертолетной техники

Анализ причин авиационных происшествий позволяет сделать вывод, что даже при наличии определенных конструктивно-производственных недостатков машины исход ситуации во многом зависит от человека. Организованность и четкое взаимодействие наземных служб обеспечения полетов, добросовестное и скрупулезное выполнение требований технического об-

происшествий на вертолетах 16 были вызваны ошибками и неправильными действиями экипажей и наземных служб. В 1999 г. положение не улучшилось: МАК пришел к выводу, что вертолеты продолжают падать большей частью из-за ошибок экипажей, свидетельствующих о недостаточном уровне профессиональной подготовки, неумении своевременно и правильно принять решение, а также оценить по приборам пространственное положение вертолета в сложных метеоусловиях. Так, например, из года в год производятся взлеты и посадки вблизи наземных препятствий без учета ветра.

2.09.98 г. Ми-8Т № 24214 Новоуренгойского ОАО выполнял рейс по перевозке пассажиров. При взлете в начале разгона командир воздушного судна допустил посадку вертолета за пределами площадки с последующим касанием передней опорой о наземное препятствие на грунтовой дороге. Не заметив повреждения опоры, пилот продолжил полет до места назначения – площадки ЛПУ, где экипаж заметил повреждение. Высадку пассажиров пришлось производить в полувисячем состоянии вертолета. При возвращении в пункт вылета наземным службам пришлось принимать вертолет на гидроподъемники. Причиной инцидента комиссия признала неправильные действия экипажа.

«Наземные препятствия», с которыми происходят столкновения вертолетов, – это не только деревья (их больше всего), но и емкости с горючим, радиомачты и даже самолеты. Больше всего подобных случаев происходит при заходе на посадку.

Нередко причиной авиационного происшествия является решение экипажа вылетать при неблагоприятном метеопрогнозе или продолжать полет в метеоусловиях, не соответствующих установленному минимуму. В 1997-1998 гг.

Анализ причин авиационных происшествий позволяет сделать вывод, что даже при наличии определенных конструктивно-производственных недостатков машины исход ситуации во многом зависит от человека.

чалась сильная вибрация воздушного судна. Указатель уровня вибрации зашкалил. Бортмеханик стоп-краном выключил двигатель, но через 13 секунд после этого начался пожар левого двигателя. Командир сразу принял решение о вынужденной посадке. Попытки бортмеханика

служивания, уровень квалификации экипажей воздушных судов являются решающей компонентой обеспечения безопасности полетов. В настоящее время именно с человеческим фактором связано наибольшее количество авиационных происшествий. Так, в 1997-1998 гг. из 26 авиационных

этими причинами были вызваны 3 авиационных происшествия различной степени сложности, в том числе 3 катастрофы, в которых погибли 8 человек. Анализ авиационных происшествий говорит, что причины большинства из них связаны с нарушением установленных требований по подготовке и при выполнении полетов. В основном, это происходит из-за недостаточного контроля за деятельностью экипажа со стороны руководства авиапредприятий. Иногда только авиационное происшествие заставляет руководство обращать внимание на нарушения в организации и обеспечении полетов, в ином случае они так и остались бы незамеченными.

Наиболее ярким примером является перечень нарушений, обнаруженных комиссией в связи с инцидентом с Ми-26 № 66024 2-го Архангельского авиапредприятия. 24.04.98 г. он выполнял полет по сложному маршруту, включавшему несколько пунктов назначения. В середине маршрута связь борта с наземными радиостанциями была потеряна, несмотря на это, экипаж продолжил полет по маршруту. Комиссия, расследовавшая инцидент, была поражена количеством нарушений, допущенных в организации и обеспечении одного-единственного полета:

- нет плана полета;
- отсутствует заявка на обеспечение полета по линии ведомственной авиации;
- полет не согласован между ЗЦ Санкт-Петербурга и Новосибирска;
- согласование маршрута полета документально не оформлено;
- отключена прямая телефонная связь в РК ЦПС;
- отсутствует поисково-спасательное обеспечение.

Иногда причиной происшествия может стать неудовлетворительное содержание взлетно-посадочных площадок, с которых во время взлета вертолета в воздух могут подниматься различные посторонние предметы, осложняющие взлет.

Ми-8 № 22834 «Башкирских авиалиний», занимавшийся перевозкой груза в Тюменской области, при взлете и зависании вне зоны влияния воздушной подушки, столкнулся... с листом кровельного железа, поднятым потоком воздуха. Лопастей вертолета получили повреждения в виде вмятин и разрывов.

Нередкими нарушениями, которые могут привести к серьезным последствиям, являются превышение максимально допустимого взлетного веса и неправильная подцепка груза.

Так, 16 марта 1999 г. в Елизовском районе Камчатской области разбился

Ми-8 АК «Кречет». 19 человек погибли, 8 – ранены. Оказалось, что на борту находилось 27 человек вместо 12, положенных по нормативам!

Кто виноват – ясно. Но что делать?

Итак, человек оказывается самой «ненадежной деталью техники». Эта закономерность действует, к сожалению, не только в нашей стране и не только в авиации. Председатель комиссии по расследованию АП МАК Владимир Кофман, человек весьма опытный и авторитетный, специально отметил, что во всем мире 80% авиационных происшествий связано с человеческим фактором, 15% – с техническими неполад-

Во всем мире 80% авиационных происшествий связано с человеческим фактором, 15% – с техническими неполадками и только 5% – с погодными условиями и прочими факторами.

ками и только 5% – с погодными условиями и прочими факторами.

Как подчеркнул директор Федеральной службы воздушного транспорта Владимир Андреев, сейчас «большую опасность приобретает фактор постепенной утраты экипажами необходимых профессиональных качеств из-за уменьшения объема работы и отсутствия современных тренажеров». Для того, чтобы стать первоклассным летчиком, нужно 10-15 лет. В прежние времена, когда проблем с финансированием не было, этот срок был ближе к 10 годам. Ночные полеты, полеты в сложных метеословиях требуют не только практики, но и дополнительных тренировок, повышения квалификации. А денег на это до сих пор не хватает.

Проблема эта настолько серьезна, что 29.03.2000 г. Федеральная служба воздушного транспорта (ФСВТ) на специальном заседании коллегии, посвященном итогам работы гражданской авиации за 1999 г., приняла ряд специальных решений. Будет разработана программа по повышению безопасности полетов. Планируется создание дополнительных курсов переподготовки пилотов. Вполне вероятно, что в эту работу могут сегодня включиться предприятия-производители, поскольку именно они в состоянии создать и поддерживать материальную базу подобных центров, тем более что их функционирование в том или ином виде является частью программ поддержки продаж.

Программы повышения летного мастерства вертолечников, по планам ФСВТ, будут включать отработку входа-выхода машины в режим самовращения несущего винта, выполнение полетов на малой высоте в горной местности и выбор посадочной площадки с воздуха. Особое внимание будет уделяться ориентированию по приборам в условиях плохой видимости.

Создаваемые на ряде предприятий легкие вертолеты позволят эффективнее решать проблему материального обеспечения подготовки и переподготовки летного состава. Во-первых, легкие вертолеты в силу своей более низкой стоимости могут облегчить решение проблемы замены стареющего парка учебных вертолетов. Во-вторых, они имеют более низкую сто-

имость летного часа, что позволит на 50-60% снизить эксплуатационные расходы в расчете на одну учебную машину.

В плане технических мер безопасности ФСВТ намерена установить на большинстве воздушных судов специальные системы определения массы и центровки машины с автоматической записью данных на бортовом регистраторе для последующего объективного контроля. Будут усилены и наземные службы, обеспечивающие безопасность полетов.

Во время работы коллегии Федеральной службы воздушного транспорта помощник президента Е.Шапошников снова подчеркнул важное значение проблемы безопасности. «Никакие коммерческие успехи авиакомпании ничего не стоят, если будут человеческие жертвы», – сказал он, отметив необходимость «жестко бороться со всеми нарушениями, которые могут повлечь за собой авиационные происшествия». Он также отметил серьезность вопроса безопасности в связи с событиями в Чечне, поскольку именно там все имеющиеся проблемы высветились наиболее ярко, снова подтвердив свою злободневность и остроту.

Есть надежда, что усиление эффективного государственного контроля улучшит положение в области обеспечения безопасности полетов и совершенствования организации летной деятельности.

Гузель САГИРОВА

СООСНЫЙ НЕСУЩИЙ ВИНТ: особенности КОНСТРУКЦИИ и аэромеханика

На сегодняшний день свыше 95% мирового вертолетного парка составляют машины классической одновинтовой схемы. Однако в последнее время все больший интерес проявляется к вертолетам соосной схемы несущего винта. Об особенностях аэромеханики соосных вертолетов, которые давно и успешно исследуются специалистами фирмы «Камов», и пойдет речь в этой статье.

Адекватное математическое представление явлений аэромеханики соосных винтов дает возможность объяснить и предсказать такие явления, как собственные частоты лопастей винтов, нагрузки и деформации, границы аэроупругой устойчивости (границу флаттера, срывной флаттер, земной резонанс), а также летные данные вертолета.

Специально проектировались в ЦАГИ аэродинамические профили лопастей для Ка-50, Ка-115, Ка-226 (рис.1). Оптимальная комбинация аэродинамических характеристик профилей C_y , C_{xp} , C_m (α , M) обес-

печила достаточный запас скорости до границы флаттера в поступательном полете, а также необходимые условия достижения высоких перегрузок и границы «срыва», низких нагрузок на винтах и в проводке управления, низкого уровня вибраций, высоких летных данных вертолета. С этой же целью была разработана стреловидная законцовка лопасти.

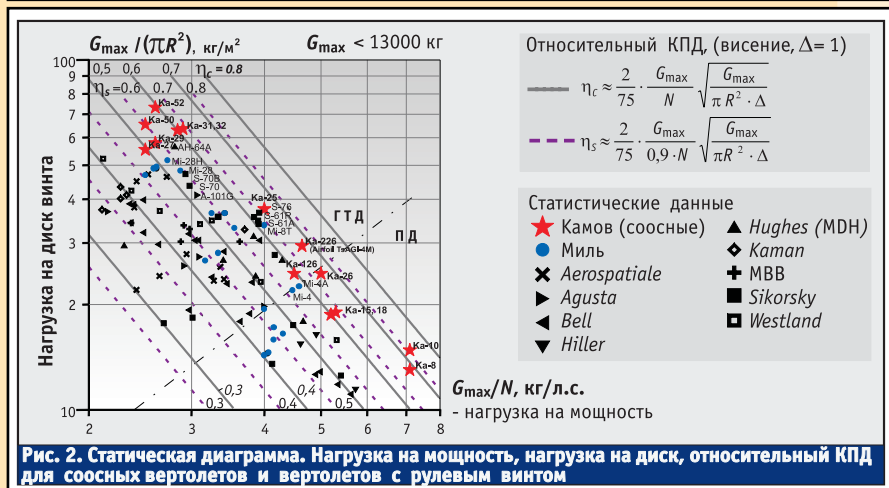
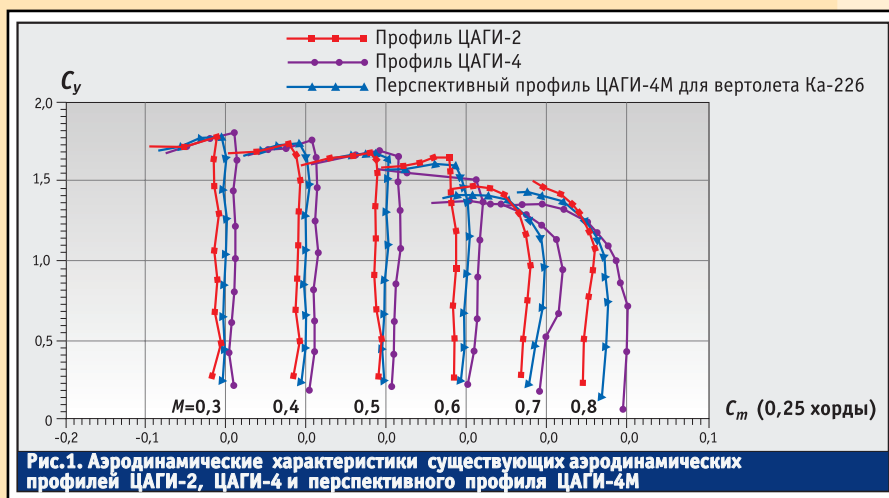
Использование базовых технических решений позволило достичь высоких характеристик не только соосных винтов, но и вертолета в целом.

Особенности аэродинамики

Характерная особенность соосного несущего винта – высокое аэродинамическое совершенство на режиме висения – определяется дополнительным количеством воздуха, всасываемого нижним несущим винтом (рис. 2). Относительный КПД соосного винта на режиме висения на 13% больше КПД одиночного винта, не сбалансированного крутящим моментом. При отсутствии потерь мощности на привод рулевого винта относительный КПД соосного вертолета увеличивается на 20% (рис. 2).

На рис. 3 представлены результаты определения относительных КПД соосных вертолетов, которые были получены в процессе натурных летных испытаний на режимах висения.

В ходе исследований вихревой структуры струи винтов соосного вертолета Ка-32 применялся метод дымовой визуализации: в концах лопасти были расположены малые генераторы дыма. Вихревая струя соосных винтов визуализировалась на висении, малых и средних скоростях полета, вне влияния воздушной подушки (рис. 4, 5). При анализе результатов использовался критерий подобия, определяющий скорости полета и индуктивные скорости струи относительно величины индуктивной скорости идеально-



го винта на висении (рис. 5). Вертикальная скорость концевых вихрей на висении меньше индуктивной скорости идеального одиночного винта. Измеренное поджатие струи составило $0,85R$ для верхнего винта и $0,91R$ для нижнего винта (рис. 4).

В поступательном полете была визуализирована вихревая система струи соосных винтов. В передней части винтов свободные концевые вихри находятся над плоскостями вращения верхнего и нижнего винтов. Эта плоская часть вихревой системы может распространяться назад по потоку до $3/4$ радиуса винтов (рис. 5).

Применение композитов

В конце 50-х годов на фирме «Камов» были разработаны, изготовлены и испытаны стеклопластиковые лопасти несущего винта. В 1965 г. первые серийные стеклопластиковые лопасти были успешно испытаны на вертолете Ка-15, в 67-м – на Ка-26. В конце 70-х фирма «Камов» разработала углеуглепластиковые лопасти винта.

Углеволокно имело модуль упругости в шесть раз больший, чем у всех используемых в то время конструкционных материалов. Это позволило использовать новый материал для решения проблем прочности, устойчивости и аэроупругости конструкции. Использование передовых технологий в работе с материалами определило и геометрию несущего винта вертолета Ка-50. Его лопасти имеют специальный аэродинамический профиль, оптимальную крутку и стреловидную законцовку (рис. 6). Кроме того, все лопасти фирмы «Камов» оснащены электрической противообледенительной системой.

Проводка управления несущим винтом

Движение лопасти «взмах-вращение-шаг» и устойчивость движения лопастей винта определяют параметры проводки управления.

Математическая модель проводки, разработанная фирмой «Камов», используется для проектирования проводки управления и для анализа частот и устойчивости. В модели используется матрица податливости проводки управления, которая была отработана с использованием результатов испытаний натурных соосных вертолетов различных типов (четырех). Данная математическая модель проводки управления и адекват-

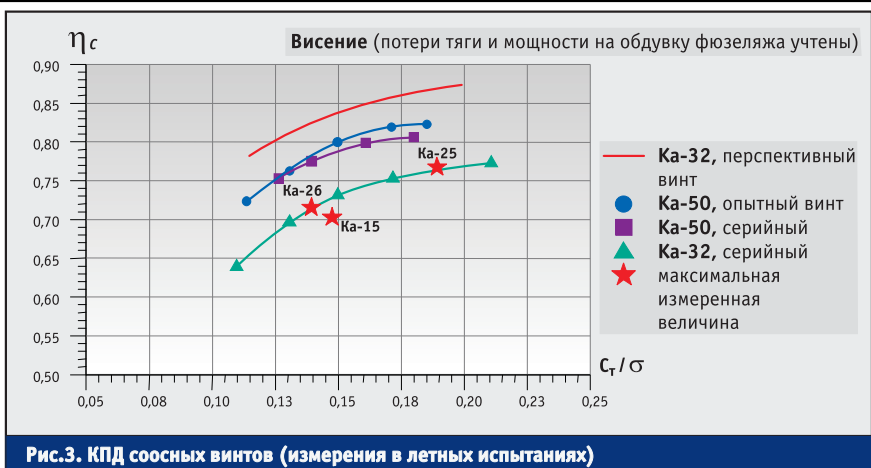


Рис. 3. КПД соосных винтов (измерения в летных испытаниях)

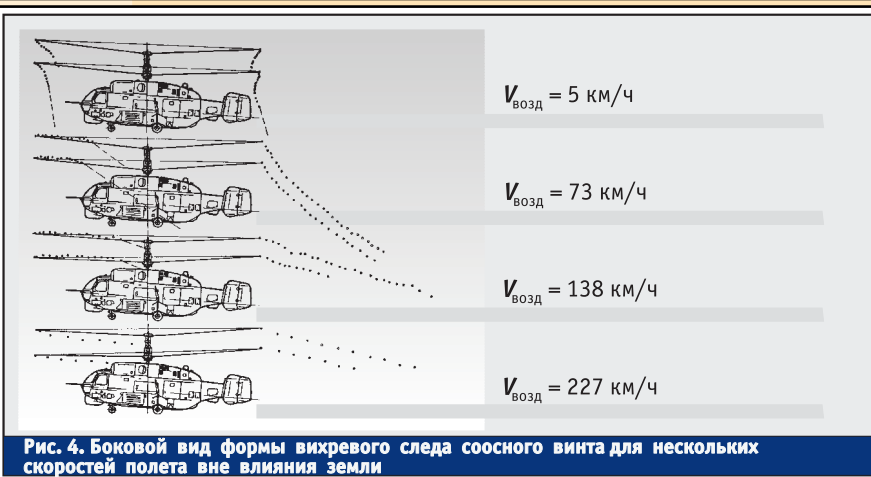


Рис. 4. Боковой вид формы вихревого следа соосного винта для нескольких скоростей полета вне влияния земли



Рис. 5. Положение передней границы вихревого следа по скорости горизонтального полета



Рис. 6. Аэродинамический профиль лопасти

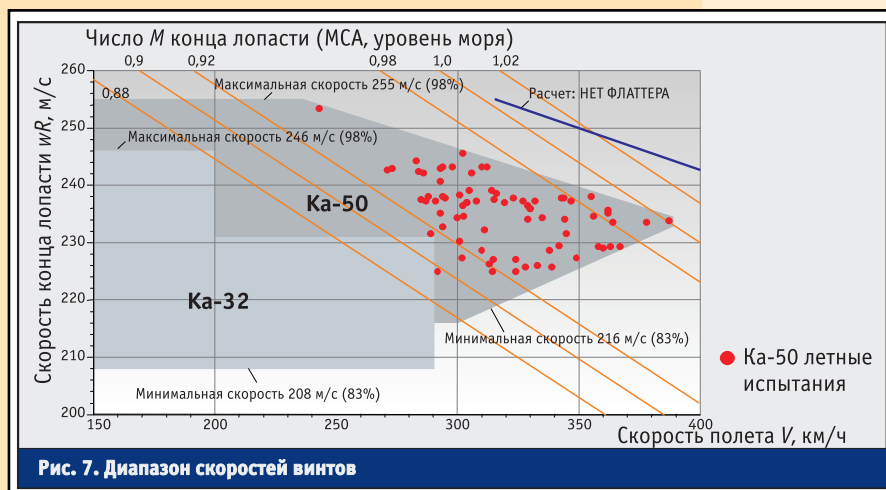


Рис. 7. Диапазон скоростей винтов

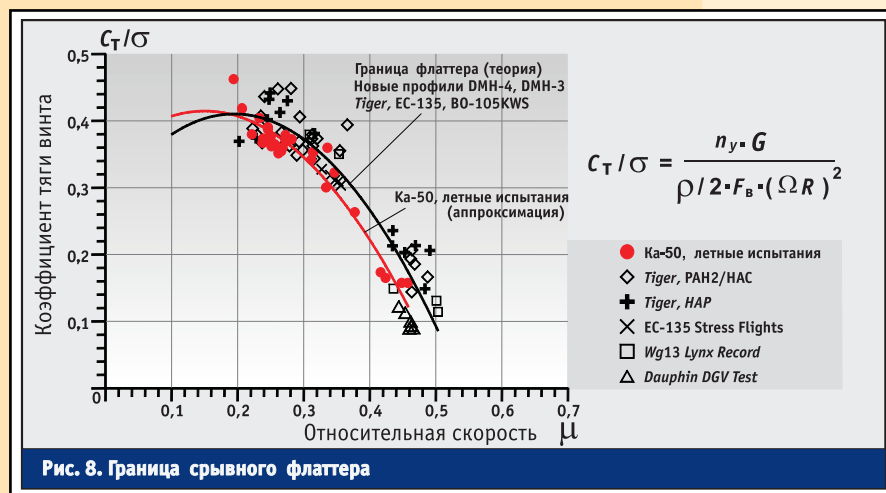


Рис. 8. Граница срывного флаттера

ные формулы для «аппроксимации-вычисления» матрично-функциональных элементов были разработаны по результатам экспериментов. Использование формул позволяет без непосредственного физического измерения определить характеристики жесткости агрегатов проводки управления соосных вертолетов рассмотренных типов. Собственные векторы матрицы податливости определяют крутильные формы колебаний всех шести лопастей с учетом конструктивных особенностей проводки управления. Собственные числа матрицы определяют динамическую податливость, которая обычно измеряется в частотных натурных испытаниях.

Реализация опыта фирмы в создании боевого вертолета Ка-50

Приемлемый запас по скорости полета до границы флаттера и срывного флаттера был определен способом математического моделирования и подтвержден данными летных испытаний (рис.7, координаты $\omega R-V$). На рисунке представлена только часть результатов летных ис-

пытаний, а именно, от $V=300$ до $V_{\max}=350$ км/ч и далее до $V=390$ км/ч. В расчетах флаттер не обнаружен, что подтверждается летными испытаниями (рис. 8). Расчетная граница флаттера показывает, что сравнительно с данными (точками) летных испытаний имеется запас по скорости не менее 50 км/ч (рис.7).

Суммарная переменная сила, приложенная на втулках верхнего и нижнего несущих винтов, возбуждает вибрации корпуса вертолета. Конструкция соосных винтов Ка-50 обеспечивает минимальные

переменные суммарные силы на корпусе вертолета, что определяет и низкий уровень вибрации соосных летательных аппаратов, который не превосходит $0,01g$ на основных режимах полета. При этом маятники на лопастях и антирезонансная подвеска редуктора не устанавливаются.

Специфической для соосного вертолета является задача обеспечения приемлемого расстояния между концами лопастей верхнего и нижнего винтов. Как задача аэромеханики, она аналогична задаче обеспечения зазора между лопастями несущего винта и хвостовой балкой вертолета классической схемы.

На фирме «Камов» использовались как расчетные методы исследования этой проблемы, так и летные исследования. В летных испытаниях с помощью фотооптических приборов расстояние измеряется в каждой из 6 «точек встречи», в которых лопасти верхнего винта оказываются над лопастями нижнего винта при их относительном вращении с удвоенной угловой скоростью.

На рис.9 показана механика явления сближения концов лопастей. На режиме висения плоскости концов лопастей верхнего и нижнего винтов параллельны. Расстояние между ними несколько больше конструктивного расстояния между втулками винтов (H_0).

В поступательном полете возникают переменные по азимуту воздушные силы, которые вызывают маховое движение лопастей. Вследствие этого в продольном направлении плоскости концов лопастей верхнего и нижнего винтов наклоняются на равные углы, оставаясь параллельными, в направлении скорости полета (вперед или назад). В поперечном направлении плоскости концов лопастей наклоняются навстречу друг другу вследствие противоположного направления вращения лопастей верхнего и нижнего винтов (рис.9).

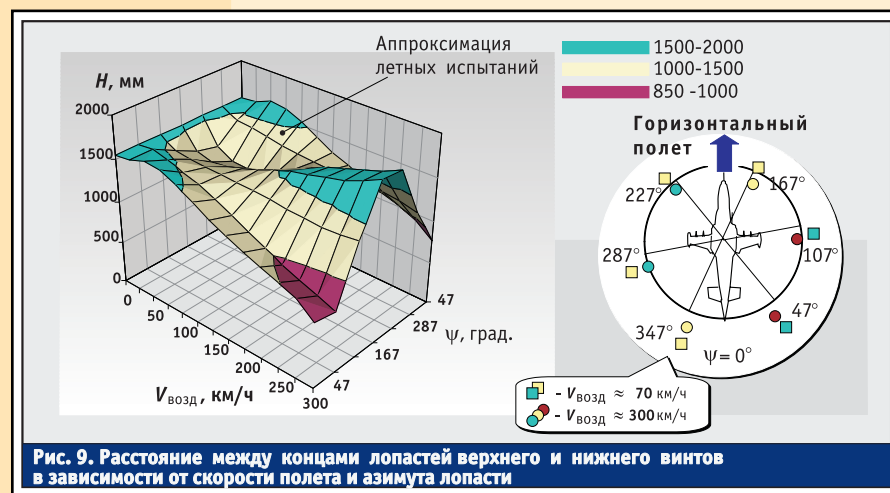
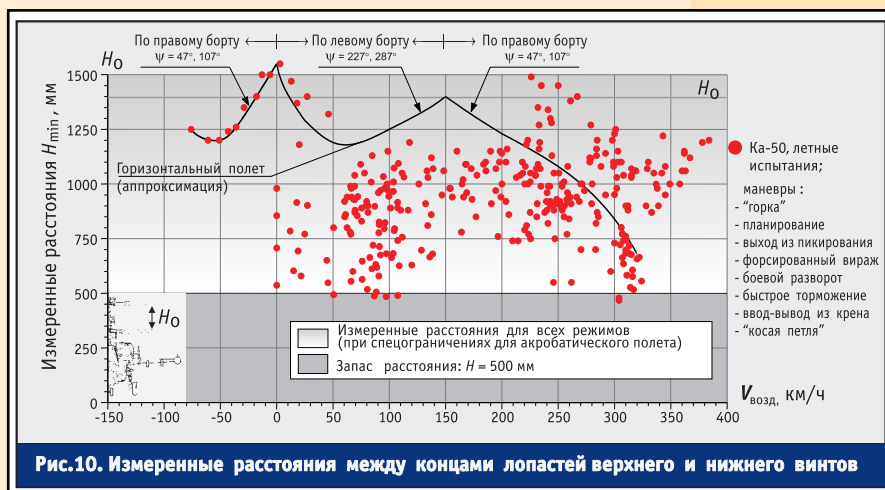


Рис. 9. Расстояние между концами лопастей верхнего и нижнего винтов в зависимости от скорости полета и азимута лопасти



Поэтому на одной стороне диска расстояние между плоскостями концов лопастей уменьшается, а на противоположной – увеличивается. В поперечном направлении угол наклона плоскости концов лопастей примерно равен углу взмаха лопасти (влево/вправо) и зависит от режима полета (рис.9). Как известно из аэромеханики, существуют зависимости между маховым движением лопасти и параметрами винта, особенно числом Локка, углом геометрической крутки лопасти и крутильной жесткостью лопасти и жесткостью проводки управления.

Расчеты и результаты летных испытаний определили значения параметров соосных винтов, упомянутые выше, которые гарантируют приемлемое безопасное расстояние между концами лопастей.

На рис.9 показаны измеренные в ходе летных испытаний вертолета Ка-50 углы махового движения концов лопастей в сравнении с расчетными данными.

Обобщенные результаты измерений для горизонтального полета и маневров вертолета Ка-50 представлены на рис.10, 11.

Приемлемые расстояния между концами лопастей соосного винта были определены методом математического моделирования, подтверждены результатами летных испытаний для всего утвержденного перечня маневров и успешно обеспечивают в ходе эксплуатации вертолета.

Зависимость «перегрузка/скорость полета» для вертолета Ка-50 была рассчитана и подтверждена результатами летных испытаний как в пределах эксплуатационных ограничений (тангаж, крен, частота вращения винта, нагрузки на лопастях), так и в пределах специальных ограничений акробатического пилотажа.

Точками на рис.11 представлена часть результатов летных испытаний, а именно: для $2 < n_y < 3,5$ и для $n_y = 0$.

Каждая точка отражает результат одного из выполненных маневров. Большая часть точек показана на рис.8. Как вид-

но, превышения установленных ограничений в ходе испытаний не были обнаружены.

На рис.8 все данные представлены в сравнении с данными летных испытаний вертолета *Tiger*.

На рис. 11 показана зависимость коэффициента перегрузки от скорости полета после «косой петли» ($n_y \approx 3,5$).

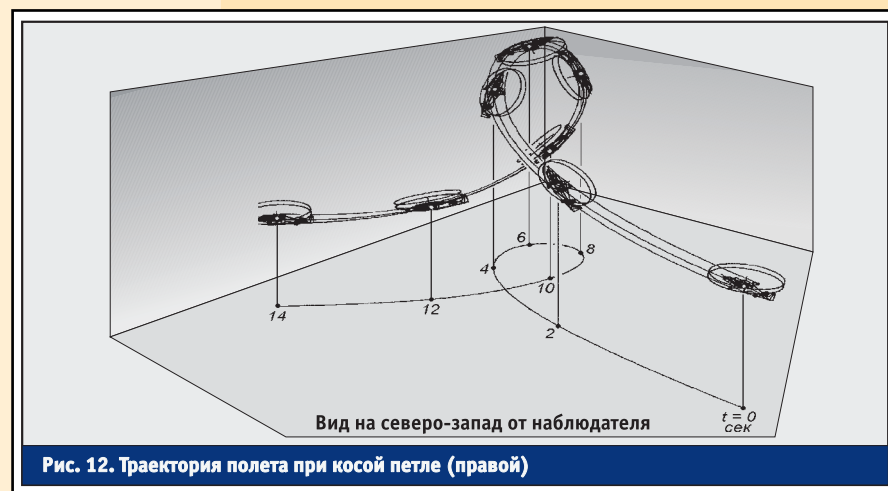
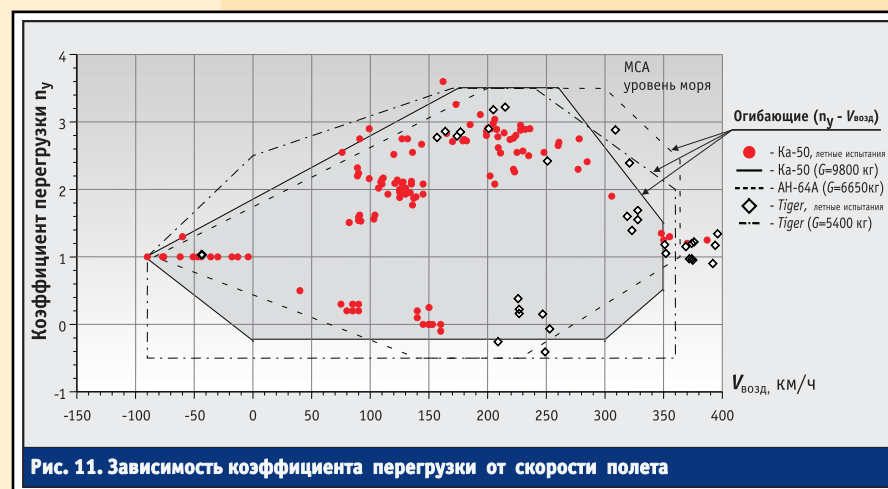
Программное обеспечение *NSTAR*, совместимое с аппаратурой летных испытаний и со штатными бортовыми магнитными регистраторами, было создано для обработки и анализа данных о полете

вертолета Ка-50. При использовании записей, сделанных испытательной контрольно-измерительной аппаратурой вертолета, программное обеспечение *NSTAR* позволяет восстановить траекторию маневра и вычислить дополнительные значения параметров полета. Так, на рис.12 показан пример восстановления траектории «косой петли».

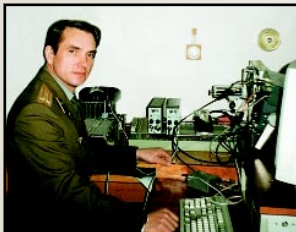
Результаты, полученные при работе системы *NSTAR*, могут быть использованы в процессе обучения пилотов (анализ действий и оказание помощи), для контроля ограничений критических параметров и в качестве входных данных для математического моделирования.

Сегодня можно с уверенностью сказать, что продукция фирмы «Камов» является действительно уникальной. Во-первых, фирма продолжает оставаться единственной в мире, конструирующей летательные аппараты соосной схемы. Во-вторых, современные летательные аппараты типа Ка-50 создаются с использованием новейших передовых технологических и конструктивных решений.

Борис БУРЦЕВ,
Сергей СЕЛЕМЕНЕВ,
Виктор ВАГИС,
фирма «Камов»



АКУСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ Ми-8МТВ-1



Евгений БЕЛОВ
канд. техн. наук, доцент КФ ВАУ

В последнее время акустические характеристики летательных аппаратов стали одним из показателей, определяющих их конкурентоспособность на мировом рынке.

Именно поэтому требования в отношении уровня шума на местности и в объеме кабин летательных аппаратов становятся все более жесткими.

Несмотря на то, что вертолет является самым маломощным летательным аппаратом, уровень шума, генерируемый им, все же достаточно высок. Принятие специальных мер по снижению шума как на стадии проектирования, так и в процессе эксплуатации позволяет бороться с этим недостатком. Шум вертолета складывается из шума отдельных источников (несущая система, силовая установка, трансмиссия) и их взаимного влияния друг на друга, в результате чего создается сложное акустическое поле на местности и внутри кабины вертолета. Отсутствие информации о спектральном составе шума, генерируемого основными источниками, не позволяет эффективно вести работу по снижению его вредного воздействия на человека. Поэтому исследование звуковых полей, разработка и реализация мероприятий по снижению шума его основных источников становятся все более актуальными.

ОАО КВЗ совместно с Научно-исследовательской акустической лабораторией им. А.С. Фигурова проводили исследования характеристик звукового поля в замкнутом объеме кабины среднего вертолета Ми-8МТВ-1. Целью исследований являлось определение уровней звукового давления и амплитудно-частотных характеристик звукового поля сало-

лона вертолета на земле и в полете.

Методика проведения исследований

Наземные и летные акустические испытания проводились в простых метеоусловиях. Данные о параметрах внутренней и внешней среды представлены в табл.1.

Внутренняя отделка вертолета с установленными теплозвукоизолирующими конструкциями соответствовала эксплуатационным условиям.

Исследования проводились с использованием акустического измерительного комплекса, погрешность которого составляет не более 1,5 дБ по уровню звукового давления и 2% по частоте.

Акустические испытания включали в себя: измерение уровней звукового давления по шкале «А» шумомера (00026) и запись звуковых пульсаций на магнитограф (Н068) с последующим преобразованием их в амплитудно-частотные спектры на ПЭВМ с помощью пакета прикладных программ ACOUSTIC и многоканального анализатора спектра СК4-72.

При проведении испытаний керосиновый обогреватель КО-50 и индивидуальная вентиляция на всех пассажирских местах были включены. Расход воздуха в салон составлял не более 1760 кг/ч. Параметры силовой установки при проведении наземных и летных испытаний, а также параметры полета представлены в табл. 2.

Параметры контролировались по данным экипажа и данным БСОК (САРПП-12Д1М). Расположение конденсаторных микрофонов в контрольных точках вертолета показано на рис.1. В каждой контрольной точке выполнялось по три измерения уровней звукового давления, и в течение одной минуты производилась запись акустических сигналов на магнитограф.

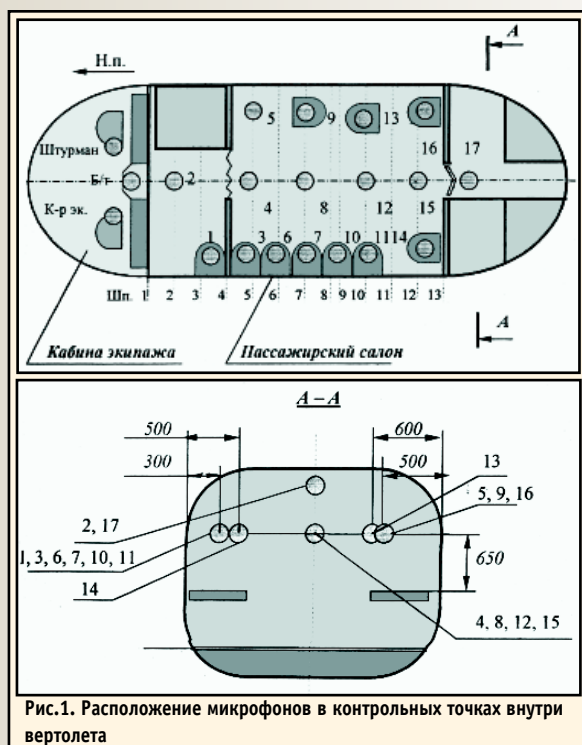


Рис.1. Расположение микрофонов в контрольных точках внутри вертолета

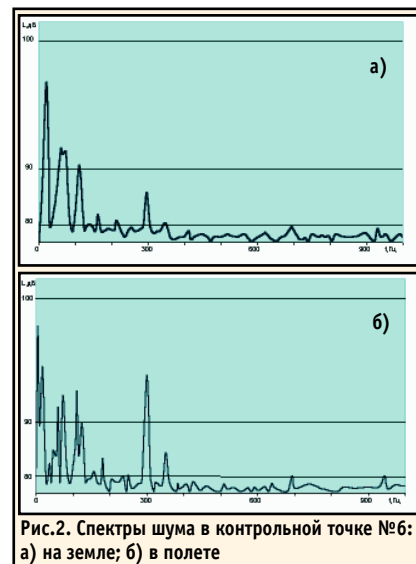


Рис.2. Спектры шума в контрольной точке №6: а) на земле; б) в полете

Результаты исследований

Значения уровней звуковых давлений, измеренных в контрольных и дополнительных точках, представлены в табл. 3 и 4. На рис. 2, 3 в некоторых точках показаны характерные амплитудно-частотные спектры.

Анализ амплитудно-частотных спектров и уровней звукового давления в салоне

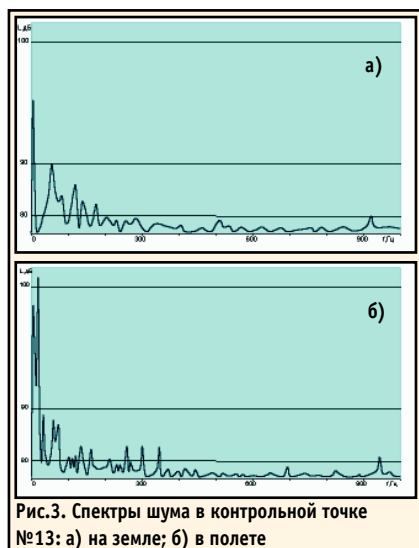


Рис.3. Спектры шума в контрольной точке №13: а) на земле; б) в полете

вертолета Ми-8МТВ-1 позволил сделать следующие заключения:

1) определяющим является аэродинамический шум, создаваемый несущим винтом. Его основная гармоника находится на частоте 16-18 Гц и изменяется по величине от 93 до 100 дБ на земле и от 95 до 103 дБ в воздухе;

2) рулевой винт генерирует шум на частоте 56-58 Гц с уровнем звука до 92 дБ и оказывает влияние на общий шумовой фон в салоне вертолета;

3) шум, генерируемый выходящими газами двигателей, имеет дискретные составляющие с максимальной амплитудой до 95-97 дБ на частотах от 80 до 350 Гц;

4) шум, генерируемый редуктором, характеризуется наличием дискретных со-

ставляющих в диапазоне частот 700-950 Гц с уровнем 75-83 дБ;

5) уровни звука, выраженные в дБ(А), во всех контрольных точках вертолета превышают уровни, допустимые ГОСТом 12.1.003-83, в 2-16 раз, причем при летных испытаниях уровни звуковых давлений больше, чем при наземных, и разница достигает 3 дБА;

6) зонами с явно выраженной повышенной шумностью являются: щель в отделке салона (до 90-92 дБА), отверстие задвижки подачи теплого воздуха от обогревателя (до 94-96 дБА) и грузовой отсека (до 92-94 дБА);

7) используемая звукоизоляция из рыхловолокнистого материала типа ВТ-4С и АТМ-1-40Ф малоэффективна, так как в салоне преобладающим является шум в низкочастотном диапазоне.

Рекомендации

С целью снижения суммарного уровня шума в салоне вертолета Ми-8МТВ-1 предлагаются следующие практические рекомендации:

– изменить конструкцию законцовок

лопастей несущего и рулевого винтов;

– выбирать звукоизолирующие и звукопоглощающие материалы или панели с учетом возможностей снижения амплитуд энергонесущих частот основных источников шума;

– снизить шум струи выходящих газов с помощью шумоглушащего устройства (ШГУ), устанавливаемого на выходные устройства двигателей;

– закрыть щель в отделке салона, уменьшить скорость прохождения воздушного потока в коллекторах подачи холодного и теплого воздуха, что тоже позволяет снизить влияние зон с повышенной шумностью на формирование акустического поля;

– устранить разрывы в звукопоглощающих и звукоизолирующих материалах (в районе шпангоутов);

– произвести мероприятия по звукопоглощению в грузовом отсеке и его звукоизоляции.

Комплексное выполнение предложенных мероприятий позволит добиться снижения шума в салоне вертолета до уровня санитарно-допустимых норм. ■

Таблица 1. Параметры внутренней и внешней среды

Наземные испытания			Летные испытания		
$T_{нв}, ^\circ\text{C}$	P , мм рт. ст.	$T_{сал}, ^\circ\text{C}$	$T_{нв}, ^\circ\text{C}$	P , мм рт. ст.	$T_{сал}, ^\circ\text{C}$
3	756	20	1,4	713,5	22

Таблица 2. Параметры силовой установки и параметры полета

Наземные испытания			Летные испытания			
$N_{ТК1}, \%$	$N_{ТК2}, \%$	$N_{нв}, \%$	$N_{ТК1}, \%$	$N_{ТК2}, \%$	$N_{нв}, \%$	H , м
84,0	83,5	94,0	84,0	83,5	95,5	550
						V , км/ч
						222

Таблица 3. Уровни звукового давления в контрольных точках

Номер контрольной точки	Уровни звукового давления L , дБА	
	на земле	в полете
Командир	87	87
борттехник	87	87
штурман	88	86
1	90	93
2	90	90
3	85	88
4	87	89
5	88	90
6	87	88
7	88	89
8	86	88
9	87	88
10	88	88
11	88	89
12	85	87
13	86	87
14	86	88
15	85	85
16	86	86
17	91	94

По ГОСТ 12.1.003.-83 г. допустимый уровень звука – 80 дБА, по СН 2.2.4/2.1.8.562-96 г. оптимальный уровень звука – 65 дБА

Таблица 4. Уровни звукового давления в дополнительных точках

Расположение микрофона	Уровни звукового давления L , дБА
В 200 мм от щели в салоне на уровне контрольных точек по левому борту:	
№3	92
№6	89
№7	93
№10	94
№11	94
№14	91
по правому борту:	
№5	93
№9	92
№13	89
№16	90
Ниже №4 на 200 мм	87
Ниже №8 на 200 мм	87
Ниже №12 на 200 мм	88
Ниже №15 на 200 мм	87
Над столом между №11 и №14	90
Над столом между №9 и №13	88
На уровне №5 в 50 см от пола напротив отверстия для подачи теплого воздуха	96

По ГОСТ 12.1.003.-83 г. допустимый уровень звука – 80 дБА, по СН 2.2.4/2.1.8.562-96 г. оптимальный уровень звука – 65 дБА

КОМПОЗИТНЫЕ ЛОПАСТИ:

ВЫКЛАДКА ИЛИ НАМОТКА?

Часть 2

Основания выбора технологии

Выбор технологии, которая затем обуславливает конструкцию, зависит, прежде всего, от того, как решается проблема соотношения технологичности, определяющей себестоимость изделия, и стабильности физических характеристик.

Существует стереотипная точка зрения, согласно которой укладочная технология предполагает большое количество ручных операций, а значит, более низкую стабильность и более высокую стоимость. Считается также, что при намоточной технологии основные операции механизированы, следовательно, обеспечиваются более высокая стабильность и более низкая стоимость. Однако выяснилось, что при изготовлении лопастей несущих винтов складывается диаметрально противоположная ситуация.



Производство лопастей на КумАПП

Мы уже говорили, что за механизацию формирования дельтовидного лонжерона пришлось «расплачиваться» снижением прочности и значительной нестабильностью характеристик. И тем не менее, вполне автоматизированным процесс все же не получился, так как структура композита, отвечающая полетным условиям, не позволяет получить удовлетворительные характеристики ползучести. Оказалось, что со временем на стоянке деформации лопасти недопустимо нарастают, и это обуславливается не столько свойствами волокон, сколько характеристиками ползучести свя-

зующего, которые значительно ниже соответствующих характеристик волокон. Поэтому приходится время от времени прерывать процесс намотки и укладывать волокна вдоль лонжерона, чтобы обеспечить приемлемые характеристики ползучести материала.

Известно, что механизация процесса намотки всегда рассматривалась как преимущество данной технологии. Но, как мы видим, и эту операцию полностью механизировать не удалось.

Оценим по вышеуказанным критериям (технологичность и стабильность) укладочную технологию. Для обеспечения стабильности конструкции чрезвычайно важно, чтобы нити располагались в строго определенных направлениях. Необходимо также избегать появления складок – главного повреждающего фактора. Можно предположить, что при ручной укладке существует риск снижения качества изделия. Однако уже достаточно давно разработаны приемы и приспособления, растягивающие и разглаживающие лоскуты препрега или тканей и избавляющие их от складок. Эта же задача решается использованием технологии, при которой давление подается изнутри в сторону наружного контура. В результате укладочная методика оказывается более толерантной к отклонениям, чем намоточная.



Подготовка препрега для лопастей вертолета Ми-38 (КВЗ)

Таблица 1

Вертолет	Изготовитель	Тип лопасти	Стоимость серийного комплекта	Вес комплекта $n \times G$, кг	Назначенный ресурс, ч	Стоимость 1 кг сегодня, \$ США	Стоимость 1 кг/ресурс, $\frac{\$ США}{R} \times 10^{-3}$
Ми-2	Польша	металлические	17000 \$ США	3x57	2200	≈ 100	≈ 45
Ми-8	Казань/Улан-Уде	металлические	60000 \$ США	5x140	2000	≈ 85	≈ 43
Ми-26	Ростов-на-Дону	основа металлическая + композиты	≈ 300000 \$ США	8x395	1200	≈ 95	79
Ми-24	Ростов-на-Дону	металлические	≈ 50000 \$ США	5x116	1200	≈ 86	≈ 72
Ка-32	Кумертау	композитные, укладка	100000 \$ США	6x70	3000	238	≈ 79
Ми-34	Москва	композитные, намотка	22000 \$ США	4x15	600	366,6	611

Не нужно думать, что производство композитных лопастей на основе укладочной технологии не имеет проблем. Лопасти вертолетов создаются в технологически сложных условиях, несоблюдение которых ведет к возникновению ряда серьезных проблем. Могут возникнуть явления непропрессовки и (или) перепрессовки пакетов, отклонения от требуемого «дрейфа» слоев ткани в процессе прессования и даже складки, что недопустимо. Однако в отличие от намоточной технологии здесь отсутствуют генетические, неустраняемые дефекты.

Конечно, сравнительный анализ обеих технологий требует большего количества информации. Мы обладаем лишь некоторыми итоговыми данными, которые и приведем ниже. Безусловно, нельзя говорить о том, что использование намоточной технологии вообще недопустимо при изготовлении лопасти с лонжеронами. При умеренных нагрузках, которые возникают в процессе эксплуатации серийных транспортных вертолетов в режиме обычных скоростей, такие лопасти могут оказаться достаточно долговечными. Однако можно ли считать этот довод убедительным при решении вопроса о целесообразности их производства?

Практическая целесообразность

Предположим, что цена лопастей в настоящее время определенным образом коррелируется с их себестоимостью. Правда, при существовавшей ранее системе исключения затрат на создание и внедрение новой технологии из стоимости серийной продукции представление о себестоимости было несколько искаженным. Тем не менее, в первом приближении цена

изделия дает некоторое представление о технологичности процесса.

Однако для оценки эффективности технологии показатель собственной стоимости конструкции недостаточен. Необходимо ввести новый комплексный показатель – отношение удельной стоимости конструкции к ресурсу. Благодаря этому показателю можно оценить, сколько стоит один час эксплуатации одного килограмма конструкции, и сравнить изделия с разными конструктивными параметрами (вес, размер, ресурс). Выразим это формулой

$$\bar{C} = \frac{C_{\text{л}}}{G_{\text{л}} R} \cdot$$

В табл.1 приведены характеристики различных лопастей – как композитных, так и металлических. Вертолет Ми-26 эксплуатируется уже свыше 20 лет. И это единственная серийная машина с лопас-

тями рулевого винта, созданными по намоточной технологии. В настоящее время они имеют ресурс 1200 часов, а цена эксплуатации одного килограмма композитных лопастей в течение часа составляет приблизительно \$ 0,25. При этом наружный контур лопасти Ми-26 не формируется жесткой пресс-формой, то есть лопасть лишена одного из «генетических» дефектов.

Из таблицы следует, что цена эксплуатации одного килограмма металлических лопастей средних транспортных вертолетов в течение часа составляет приблизительно \$ 0,045, для вертолета Ми-26 – примерно \$ 0,08. Эксплуатация композитных лопастей, изготовленных по укладочной технологии, обходится в \$ 0,079 (килограмм на час ресурса), т.е. практически не отличается от цены эксплуатации металлических лопастей.

Как видно из таблицы, эта цена для лопастей несущего винта вертолета Ми-34, изготовленных по намоточной технологии,



составляет сегодня примерно \$ 0,61. Даже если предположить, что в будущем она может снизиться почти вдвое и будет равна \$ 0,36, то и тогда она в 10 раз превысит цену эксплуатации металлических лопастей.

Данные, приведенные в табл. 1, не учитывают изменчивость ресурсов и цен. Однако многолетние исследования показали, что конструктивные особенности лопастей вертолетов Ми-8, Ми-24 и Ми-2 позволяют эксплуатировать их «по состоянию». Достаточно установить действующую в полете систему сигнализации, и лопасти смогут эксплуатироваться в два раза дольше при весьма небольших затратах. В этом случае их конкурентоспособность в сравнении с композитными лопастями возрастет.

С учетом повышения наработок лопастей и в будущем ситуация не изменится. Как показано в табл. 2, композитные лопасти, изготовленные по намоточной технологии, проигрывают и в этом случае.

Не менее важным критерием оценки технологичности конструкции является процент брака при отладке технологии. В этом плане показателен опыт производства лопастей вертолета Ми-34, потому что разработчиком и производителем конструкции и технологии производства лопастей выступает МВЗ им. М.Л. Миля. За 20 лет произведено 120 лонжеронов лопастей. Из них забраковано или направлено на испытания (т.е. косвенно забраковано) 50 штук. Смена нескольких

типов оснастки отбраковку практически не снизила. Величина ее составляет около 40 %.

Следующий показатель технологичности – сроки разработок и внедрения изделия в серийное производство. Имеет смысл отметить, что работы по созданию композитных лопастей начались более 25 лет назад практически одновременно на МВЗ им. М.Л. Миля и на УВЗ им. Н.И. Камова. Но камовские лопасти, изготовленные по укладочной технологии, уже давно имеют ресурс порядка 3000-4000 ч, в то время как ресурсы «милевских» лопастей несущего винта, созданных по технологии намотки, не превышают 600 ч.

Влияние лопастей из композитов на конструкцию вертолета в целом

В табл. 3 приведены характеристики лопастей по параметру γ , отражающему нагрузку на втулку и относительный вес лопастей.

Введем коэффициент β , который равен

$$\beta = \frac{\sum_{i=1}^{i=k} N}{G_{\text{пол}}},$$

где k - число лопастей в несущем винте; N - центробежная сила лопастей; $G_{\text{пол}}$ - полетный вес.

Коэффициент β характеризует нагруженность втулки центробежными силами лопастей и косвенно оценивает отношение веса втулки к полетному весу.

Из табл. 3 следует, что нагруженность втулки несущего винта при использовании композитных лопастей больше, чем при использовании металлических лопастей традиционной конструкции. При этом лопасти, изготовленные по намоточной технологии, нагружают втулки в 1,1-1,65 раза больше, а лопасти, изготовленные по укладочной технологии, в 1,05-1,5 раза больше, чем металлические.

Подтверждение этому находим на рис. 1, где представлены обобщенные оценки весовых коэффициентов лопастей различных вертолетов. (См. Тищенко М.Н., Некрасов А.В., Радин А.С. «Вертолеты. Выбор параметров при проектировании», 1978 г.).

На этом же рисунке показаны весовые коэффициенты лопастей несущих винтов k_n^* с учетом различий в удлинении лопастей (выделенная область относится к лучшим в весовом отношении конструкциям лопастей с дюралеалюминиевым пресованным лонжероном, стальным трубчатым лонжероном и стеклопластиковым каркасом; пунктирными линиями показаны границы минимально допустимого веса лопасти по условию $\gamma_0 \approx 7$ ($k_n = 5,5$); приведены также k_n рулевых винтов).

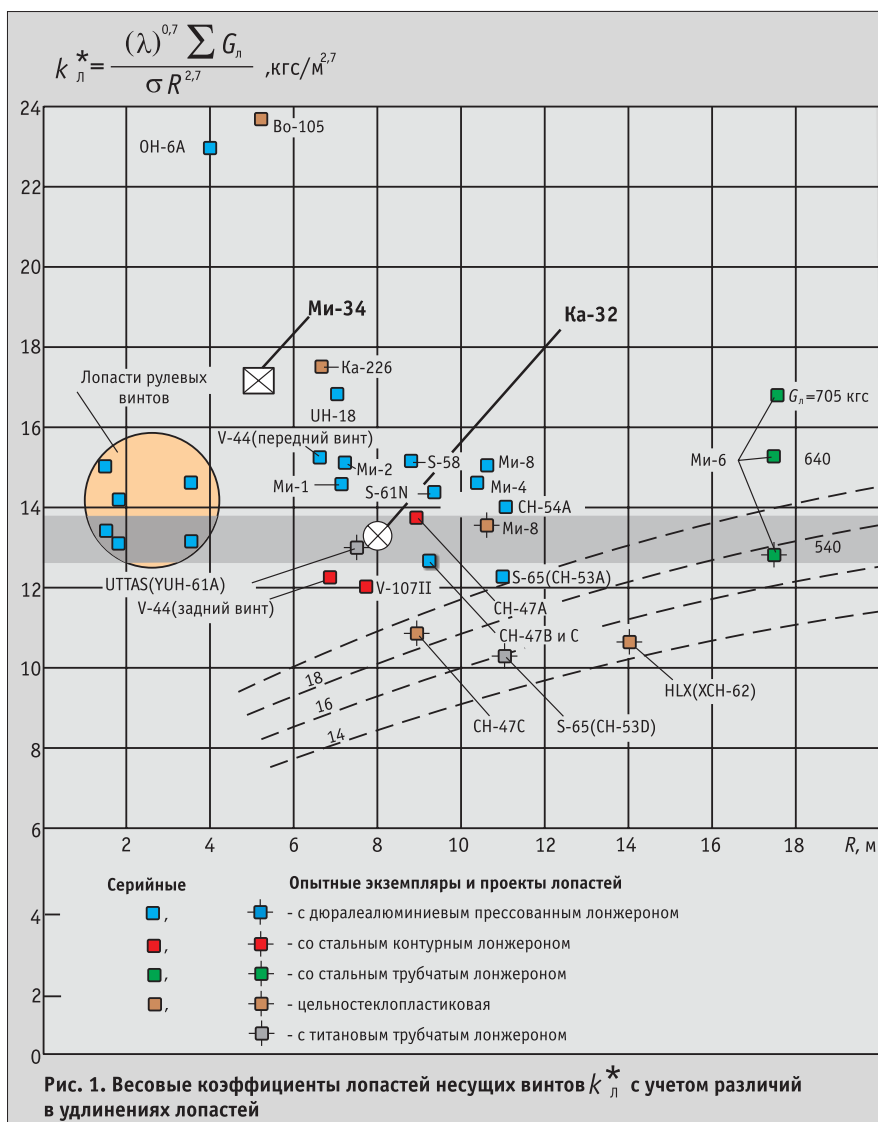
Весовой коэффициент лопастей Ми-34 в 1,15-1,2 раза выше коэффициента большинства традиционных лопастей. То, что эта величина сопоставима с величиной весового коэффициента лопастей вертолета Ка-26 (Ка-226), изготовленных по укладочной технологии, не может служить оправданием, так как эти лопасти были спроектированы около 30 лет назад. Более современные лопасти для вертолета Ка-32, изготовленные по укладочной технологии, имеют существенно меньший весовой коэффициент, равный 13,0, что подтверждает преимущество указанной технологии.

Итак, преимущество композитных лопастей, изготовленных по укладочной технологии, очевидно. Если судить по характеристикам лопастей вертолета Ка-32, укладочная технология позволяет снизить нагрузки на втулку на 10-15%, а также на 10-15 % уменьшить относительный вес лопасти в конструкции вертолета.

К тому же намоточная технология, обуславливая практически постоянные сечения лопасти по ее радиусу, не позволяет эффективно регулировать распределение материала как по сечению, так и по длине лопасти.

Таблица 2			
Вертолет	Изготовитель	Ресурс, который может быть установлен в ближайшее время, ч	Стоимость 1кг/ресурс, \$ США $\times 10^{-3}$ $\frac{R}{R}$
Ми-2	Польша	5000	17,5
Ми-8	Казань/Улан-Удэ	5000	16-20
Ми-26	Ростов-на-Дону	2500	38
Ми-24	Ростов-на-Дону	2500	48
Ми-34	Москва	1000	366

Таблица 3				
Вертолет	Тип лопасти	γ	Относительный вес лопастей (к полетному весу)	β
Ми-2	металлические	4,04	$4,45 \times 10^{-2}$	12,0
Ми-8	металлические	6,5	$5,87 \times 10^{-2}$	11,60
Ми-26	металлические + композитные	7,0 - 7,5	$5,7 \times 10^{-2}$	8,78
Ми-24	металлические		$5,25 \times 10^{-2}$	14,5
Ка-32	композитные, укладка	$\approx 4,36$	$3,8 \times 10^{-2}$	15,0
Ми-34	композитные, намотка	3,9	$4,3 \times 10^{-2}$	19,0



Перспективная оценка технологий

Прямоугольные в плане лопасти несущего винта были «навязаны» особенностями технологии изготовления лонжеронов металлических лопастей. Это, прежде всего, прессование в виде замкнутого полого профиля постоянного сечения по длине и требования необходимой усталостной прочности. Переход к серийному производству тоже привел к необходимости упрощения технологии, что сказалось прежде всего на выборе геометрии.

Если же говорить о весовом совершенстве вертолета и тяговых характеристиках несущего винта, более целесообразной является трапецевидная в плане лопасть, которая к тому же совсем необязательно должна иметь четко выделенную конструктивно-технологическую часть – лонжерон. Композиционные лопасти, изготовленные по укладочной технологии, легко переносят неизбежное увеличение переменных напряжений, возникающее в полете. Кроме того, технология укладки позволяет создавать лопасти различной

геометрии, в том числе и трапецевидные, а также варьировать формы концевой ее части (законцовки).

Изготовление трапецевидных лопастей по укладочной методике технологических проблем не вызывает. При использовании же технологии намотки (если это вообще возможно) могут возникнуть большие сложности.

Стремление применять композиционные материалы при изготовлении лопастей вертолетов обусловлено необходимостью решения следующих задач:

- уменьшения веса лопастей и конструкции вертолета в целом и нагрузок на втулки;
- повышения усталостной прочности конструкции.

Однако нельзя сбрасывать со счетов и проблему экономической целесообразности данного решения.

Несомненно, что для боевых вертолетов, эксплуатирующихся в условиях больших скоростей и перегрузок, в будущем желателен переход на композиционные конструкции. Несомненно также, что использование композитов в конструкции средних и тяжелых вертолетов также может дать положительный эффект и выигрыш в весовом отношении.

Для небольших же вертолетов гражданского применения, скорости которых сравнительно невелики, нет необходимости применять композитные лопасти. Это экономически нецелесообразно.

Не исключено, что какую-то нишу могут занять слоистые конструкции из листовых материалов. Возможно, это позволит создать менее дорогие лопасти с большими ресурсом и надежностью. Разумеется, последнее положение требует серьезной конструкторской и технологической проработки.

В заключение можно уверенно сказать, что композитные лопасти лонжеронной конструкции, спроектированные под намоточную технологию, не имеют преимуществ по ресурсам и значительно дороже лопастей, изготавливаемых по укладочной технологии. Кроме того, требуется значительно больше усилий и времени для их внедрения, что ставит под сомнение целесообразность применения данной технологии.

Зиновий ШНУРОВ,

начальник отдела МВЗ им. М. Л. Милия,
канд. техн. наук, лауреат Государственной премии



Лопасть вертолета CH-47

Повысить качество плоскостных элементов конструкций из композиционных материалов (КМ), изготавливаемых способами послойной выкладки с последующим прессованием при повышенной температуре, можно только применяя специальные технологические приемы. Один из приемов связан со способами реализации натяжения наполнителя из ткани или волокна при изготовлении силовых агрегатов летательных аппаратов. Другой прием позволяет осуществлять одновременный прогрев материалов на внутренней поверхности при переменной толщине композита в конструкции, тем самым обеспечивая тепловой режим в технологическом процессе полимеризации и, следовательно, качество изделия.

Известно, что наилучшими свойствами композиционные материалы обладают в конструкциях, которые изготавливаются методом непрерывной намотки. В этом случае обеспечиваются оптимальные режимы укладки слоев с необходимым натяжением волокон, что и обеспечивает материалу максимальные механические свойства. Однако для силовых плоскостных деталей планера самолета и вертолета типа лонжеронов, нервюр, обшивок используемая технология изготовления и соответствующая

КАЧЕСТВО КОМПОЗИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

ей технологическая оснастка не обеспечивают необходимое натяжение волокон, что приводит к существенному снижению свойств материала. Это снижение свойств прогрессирует с увеличением толщины материала, так как в этом случае при прессовании изделий сильнее сказывается отклонение волокон от прямолинейной формы. Кроме того, при отсутствии натяжения надавливание волокон соседних слоев, уложенных под разными углами, приводит к дополнительному их искривлению по отношению к необходимому направлению. Недостаток, имеющий место в используемых способах изготовления деталей, можно устранить, если использовать прием натяжения волокон в слоях с различными углами укладки. Поэтому разработка новых технологических приемов и совершенствование известных методов повышения качества композитных изделий способствуют снижению массы и увеличению надежности конструкции.

Прием натяжения волокон на примере

лонжеронов крыльев самолета рассматривался довольно часто. Однако, в основном, речь шла о натяжении волокон, преимущественно имеющих направление $\pm 45^\circ - 90^\circ$ в поперечном сечении стенки лонжерона. Так как лонжерон является основным силовым элементом крыла, воспринимающим изгибающий момент, то толщина полок может достигать существенных величин. Это скажется на распределении напряжений по толщине, на плотности структуры при прессовании и на межслоевой прочности. Сложнее всего осуществить натяжение продольных волокон полок лонжерона, которые являются основными нагруженными элементами. От их свойств и качества зависит работа крыла в целом. Эта процедура несколько упрощается при изготовлении элементов из препрега, когда связующее находится в полутвержденном состоянии. Рассмотрим вариант разработки технологической оснастки для производства длинномерных силовых элементов и некоторые рекомендации по ее изготовлению.

Особенность проектирования пресс-форм, в которых изготовление деталей осуществляется с натяжением волокон, связана с необходимостью учета термического удлинения материала, увеличением размера детали при натяжении волокон, обеспечением подвижности некоторых частей оснастки, изменением объема материала, создающего давление прессования. Для конкретизации рассуждений приведем схемы сечений пресс-формы вместе с изготавливаемой деталью (рис.1).

Корпус пресс-формы определяет габариты детали. Давление на поверхности композитной детали создается двумя путями. Резиновый мешок (2) с помощью сжатого воздуха создает необходимое давление на наружных поверхностях полок лонжерона. На стенки лонжерона давление передается резиновой мембраной (7) также с помощью сжатого воздуха. Резиновая мембрана при-



клеена к металлическому вкладышу (8) по горизонтальным полкам. В этом случае резиновая прокладка создает давление на внутреннюю поверхность полок лонжерона за счет термического расширения самой прокладки и создания распорного усилия между подвижным элементом пресс-формы (6) и металлическим вкладышем (8). Величина распорного усилия должна быть достаточной для обеспечения натяжения в стенке лонжерона и в то же время не превышающей допустимого давления на поверхности композита. Величина давления регулируется толщиной резиновой мембраны на горизонтальном участке, которая может быть рассчитана с учетом совместной работы резины и стенки лонжерона.

В настоящее время в пресс-формах используется резина марок ИРП-1338, ИРП-1400, герметики У-1-18, У-2-28 и другие материалы. Положительные результаты

такого растяжения после охлаждения приспособления (эта схема соответствует сечению А-А рис.1).

Полка лонжерона с одной стороны испытывает давление резинового мешка (2), а с другой – резиновой прослойки мембраны (7). В таких условиях при перемещении металлических прокладок (3) и (6) за счет сил трения на ее поверхности образуется растяжение материала. Эффект проскальзывания металлических прокладок (3) и (6) и создание натяжения усиливаются при использовании разрезов резиновых элементов (9), которые приклеиваются только к одной прокладке (3) по торцевой стороне. Прокладки (3) и (9) удлиняются и перемещаются относительно стенки (10), расположенной посередине длины приспособления. Так как резина имеет большой коэффициент термического расширения, при охлаждении всей конструкции проис-

изделия. В большинстве случаев регулирование теплового потока по поверхности конструкции осуществить невозможно из-за сложности и дороговизны реализации этого регулирования. Кроме того, перечисленные особенности трудно поддаются учету при расчете и проектировании технологической оснастки.

Существует конструктивный прием, который обеспечивает такой процесс изготовления, при котором в каждой точке материала реализуется заданный технологический режим. Желательно, чтобы коэффициенты термического расширения изделия и приспособления были одинаковыми. Проще всего качество изделия с переменной толщиной стенки можно обеспечить, если на поверхность изделия класть фиктивный материал, толщина которого должна меняться в зависимости от толщины материала конструкции таким образом, что-

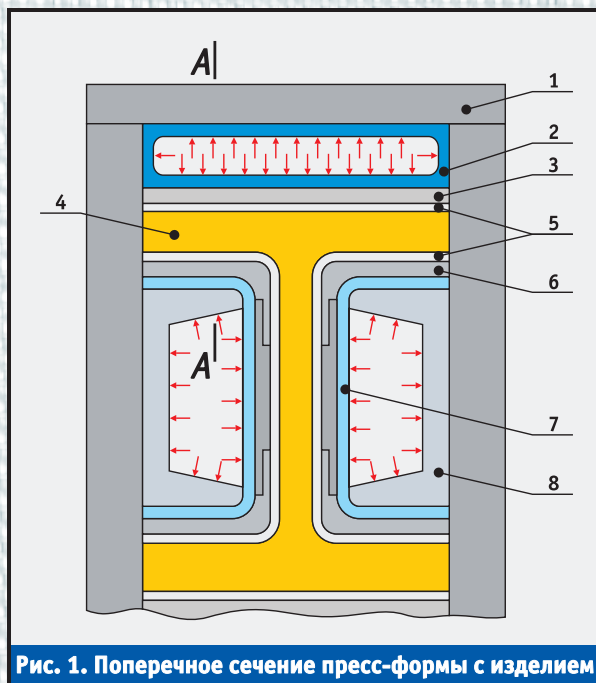


Рис. 1. Поперечное сечение пресс-формы с изделием

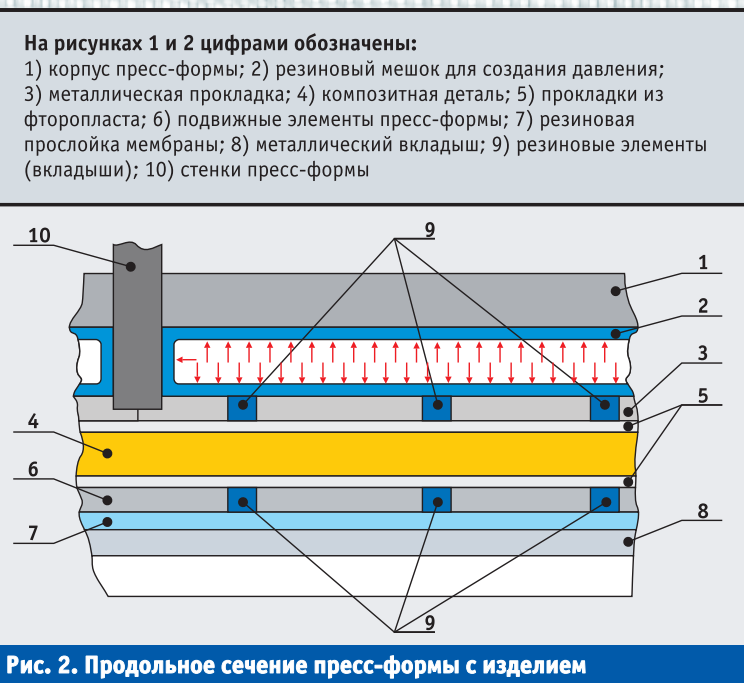


Рис. 2. Продольное сечение пресс-формы с изделием

дает применение силиконовой резины для создания давления в замкнутом объеме за счет ее терморасширения при нагревании. Имея небольшой модуль упругости ($E=180$ МПа), она обладает высоким коэффициентом линейного термического расширения ($\alpha=250 \cdot 10^{-6}$ 1/град.), что в замкнутом объеме позволяет создавать необходимое давление или усилие. Это свойство позволяет использовать силиконовую резину для создания деформации растяжения в материале полки.

Рассмотрим один из способов создания такого натяжения в мощных силовых лонжеронах, позволяющий учитывать возможные изменения ширины и толщины полки лонжерона. На рис.2 приведена схема реализации растяжения полки в процессе технологического нагрева и сохранения части

ходит ее усадка, между прокладками образуются зазоры, а в полках лонжерона сохраняется растяжение, пока сохраняется давление в резиновых камерах (2) и (7). Все необходимые размеры прокладок рассчитываются в зависимости от габаритов и жесткости изготавливаемого изделия.

Еще один метод повышения качества композитного изделия предполагает обеспечение равномерности прогрева структуры по толщине стенки вдоль ее длины. Эта задача особенно трудно выполнима, когда толщины стенок конструкции существенно меняются по площади изделия. В этом случае при постоянном притоке тепла на поверхность элемента не будет выдержан температурно-временной режим процесса полимеризации в каждой точке объема, что может отразиться на свойствах и качестве

бы их суммарная толщина была постоянной по всей поверхности изделия. В этом случае отпадает необходимость регулирования теплового потока по поверхности технологического приспособления, что позволяет обеспечить одновременное достижение необходимой одинаковой температуры на внутренней поверхности изделия в случае одностороннего нагрева.

Расчет напряженно-деформированного состояния конструкции показывает, что при использовании фиктивного материала деформации укладываются в рамки допустимых отклонений.

Александр ДУДЧЕНКО,
докт. техн. наук профессор,
Вячеслав РЕЗНИЧЕНКО,
канд. техн. наук доцент,
МГТУ (МАИ)

ИМ СВЕРХУ ВИДНО ВСЕ...



Открытое акционерное общество «Баштрансгаз» (представитель ОАО «Газпром» в Башкортостане) обеспечивает природным газом не только свою республику и европейскую часть России, но и страны ближнего и дальнего зарубежья. Трасса газопровода проходит по сложному природному рельефу: через шесть рек, леса и заболоченные участки. Совершенно очевидно, что оптимальным видом транспорта, который позволяет эффективно патрулировать трассу и быстро доставлять людей к месту аварии, является вертолет. Совершенно очевидно и то, что в парке вертолетов, используемых на этом участке, не хватает легких машин.

Именно поэтому известие о том, что Арсеньевская авиационная компания (ААК «Прогресс») начала производство легкого вертолета Ми-34С, газовики и нефтяники восприняли с энтузиазмом.

...Вот уже два года четыре вертолета Ми-34С авиакомпания «Башкирские авиалинии» помогают газовикам обслуживать трассу. Надо сказать, что ОАО «Баштрансгаз» одним из первых в стране начало эксплуатировать новый легкий вертолет, поэтому опыт предприятия представляет большой интерес как для потенциальных эксплуатантов, так и для разработчиков и производителей, продолжающих работать над совершенствованием машины.



Посмотрим, как видят свою машину разработчики и изготовители.

Вертолет Ми-34С первоначально проектировался как учебно-тренировочный (спортивный), а уже потом был переоборудован для перевозки пассажиров и грузов; патрулирования автомобильных дорог, линий электропередачи, нефте- и газопроводов, выполнения работ для милиции, спецподразделений и муниципальных организаций; для выполнения работ по коммерческим заказам для полетов в простых метеоусловиях по правилам визуальных полетов. До последнего времени вертолетов такого класса в России не делали.

Вертолет Ми-34С отвечает требованиям FAR-27, прошел сертификационные испытания и имеет три сертификата: Сертификат типа № 72-34С на вертолет Ми-34С, Сертификат типа № 71-Д на двигатель М-14В26В и Сертификат типа № 56 по шуму на местности.

После получения сертификатов резко возросло количество заявок на поставку вертолета Ми-34С во все регионы мира, и ААК «Прогресс» приступила к реализации программы наращивания объемов его производства.

Вертолет Ми-34С построен по одновинтовой схеме с рулевым винтом. Несущий винт – четырехлопастный. Рулевой – двухлопастный. Лопасты изготовлены из современных композитных материалов. Шасси вертолета – полосковое. Кабина рассчитана на одного пилота и трех пассажиров.

Вертолет обладает высокой прочностью – выдерживает перегрузки до 3 g, допускает посадку в режиме авторотации.

Ми-34С оснащен одним поршневым двигателем М14В26В мощностью 325 л.с.

Часовой расход топлива в горизонтальном полете на высоте 500 метров – 51 кг (68 л), а километровый – 0,32 кг (0,43 л).

Вертолет может выполнять взлет и посадку с бетонированных, грунтовых, травянистых площадок. Эксплуатация таких ма-



шин может осуществляться не только на базе авиапредприятий и аэродромов, но и индивидуальными владельцами при наличии площадки размером 20х20 метров.

Конструкция и состав оборудования вер-

толета Ми-34С обеспечивают его эксплуатацию при температурах от -35°C до $+45^{\circ}\text{C}$. Себестоимость летного часа составляет 86-113 \$/ч.

По предварительному заказу покупателя «Прогресс» оборудует вертолет специальными средствами связи, средствами слежения в ночных и дневных условиях, любым другим необходимым оборудованием.

Максимальная взлетная масса Ми-34С – 1450 кг, крейсерская скорость – 170 км/ч, статический потолок – 400 м. Дальность полета – 360 км, продолжительность полета при скорости 170 км/ч – 2 ч 06 мин. Полезная максимальная нагрузка – 240 кг.

По мнению специалистов, Ми-34С является учебно-тренировочным вертолетом, позволяющим оптимизировать программу подготовки пилотов и сократить расходы на подготовку летного состава. Естественные реакции вертолета на управленческие воздействия (направление движения рычага управления соответствует направлению движения вертолета) позволяют курсантам чувствовать себя достаточно уверенно с самого начала обучения.

Уже сегодня интерес к вертолету как учебно-тренировочной машине проявили представители Омского летно-технического колледжа ЛА, планирующие закупить 3, а в перспективе – 10 машин, и Сызранского училища, готовые приобрести 2 машины.

Круг потенциальных покупателей, проявляющих интерес к машине, продолжает расширяться: вертолетом интересуются некоторые государственные учреждения, а также нефтегазовые компании. Поэтому на ААК продолжаются работы по совершенствованию машины. Разработчики решают целый ряд проблем. Дополнение к сертификации двигателя вертолета позволит работать на автомобильном бензине типа Аи-92, Аи-93, Аи-95 и их зарубежных аналогах типа *Super*. В связи с этим возрастет возможная дальность полетов, так как вертолет можно будет заправить на любой АЗС. Завершено создание двигателя повы-

шенной мощности М14В23В1 (370 л.с.). В связи с принятием странами ОБСЕ ограничений на полеты над населенными пунктами для вертолетов с одним двигателем создатели планируют оснащение Ми-34С двумя газотурбинными двигателями. Базовый вариант машины приспособлен для пилотирования по правилам визуального полета в простых метеоусловиях. В настоящее время идет работа по созданию конструкции, удовлетворяющей правилам полета по приборам и позволяющей выполнять полеты ночью и в сложных метеоусловиях. Разрабатывается версия VIP-варианта вертолета.



Это – информация производителя. А как справляются с поставленными задачами винтокрылые машины в реальной жизни? На этот вопрос мы попросили ответить главного механика «Баштрансгаза» Галей Геннадьевича Мазитова.

– Что Вы думаете о надежности, управляемости, маневренности этого вертолета? Много ли у машины уязвимых мест?

– Вертолет эксплуатируется авиакомпанией «Башкирские авиалинии» с 1998 г. За это время накоплен определенный опыт. Ми-34С прост в эксплуатации, обладает хорошим ресурсом. Управляемость и маневренность отличные. За все время отказов и неисправностей, угрожающих безопасности полетов, не было. Налет за это время составил от 130 до 250 часов на вертолет. Периодичность регламентных работ – через 100 часов.

– Скажите, Галей Геннадьевич, удалось ли конструкторам и изготовителям полностью приспособить вертолет, предназначенный для тренировочных целей, к выполнению транспортных и патрульных работ?

– С начала эксплуатации Ми-34С в авиакомпании «Башкирские авиалинии» вертолет использовался и для патрулирования нефтепроводов и для обучения пилотов. В 1999 году, например, на базе Ми-34С проводилось обучение группы нигерийских летчиков.

Для выполнения патрульных полетов вертолет можно считать приспособленным лишь условно. Судите сами. Протяженность патрулируемых маршрутов – 200-300 км. Даже при полной заправке топливом (175 л) вертолет не может обслужить весь маршрут без дозаправки. Мы вынуждены завозить топливо на компрессорные станции.

Мы понимаем, что вертолет специально не приспособлялся для выполнения этих работ. Необходимо увеличить емкость топливного бака, устранить дефицит мощности, не позволяющий эф-

фективно работать при высоких температурах ($+25^{\circ}\text{C}$ и выше) и в горных условиях. Эксплуатация зимой тоже не лишена проблем. Продолжительность стоянки в это время года не должна превышать 1 часа: двигатель быстро остывает, вновь его запустить невозможно.

Полосковое шасси и задняя центровка вертолета не позволяют посадить вертолет на неподготовленные площадки (на снег зимой и на размокий грунт весной).

Выполняя производственные полеты по патрулированию газопроводов, пилотам трудно ориентироваться на местности. Желательно дооборудовать вертолет системой спутниковой навигации. Целесообразно, по нашему мнению, укомплектовывать вертолет системами спутниковой или сотовой телефонии, так как имеющееся оборудование не обеспечивает связи с диспетчерским пунктом, который находится на расстоянии 200-300 км.

Для обучения пилотов вертолет, безусловно, приспособлен лучше, но и здесь имеется ряд замечаний: в кабине жесткие, нерегулируемые сиденья для пилотов, «незагруженные» педали (отсутствует понятная реакция педали на движение ноги, то есть педали слишком свободно двигаются). Для обучения пилотов также желательно иметь указатель нейтрального положения ручки управления.

Да, Ми-34С не идеален. Но практика показала, что машина достаточно надежна, и на сегодняшний день все четыре вертолета, эксплуатируемые «Баштрансгазом», налетали без ремонта 550 часов (при межремонтном ресурсе в 1000 ч).

ОАО «Баштрансгаз» намерен продолжать эксплуатацию вертолетов на трассе газопровода. Но здесь ждут появления на рынке и новых легких вертолетов, которые, сохранив все преимущества Ми-34С, удовлетворили бы пожелания эксплуатантов. В данном случае – газовиков.

Материал подготовила Наталия КРАЕВА

САМОПРОИЗВОЛЬНЫЙ разворот



Игорь БЕЛИЧЕНКО

На практике довольно часто возникает необходимость выхода на режим висения при порывистом боковом ветре. Это создает ряд затруднений, связанных с необходимостью пилотирования близко к предельным режимам эксплуатации вертолета. Хотя точное соблюдение требований «Руководства по летной эксплуатации» (РЛЭ) гарантирует запас по путевому управлению, знание физической картины влияния бокового ветра на вертолет (одновинтовой классической схемы) может оградить летчика от многих неприятностей и существенно повысить безопасность полета.

Рассмотрим два наиболее характерных направления ветра. В первом случае, при боковом ветре слева, рулевой винт работает в осевом потоке почти как несущий на режиме вертикального подъема. Иными словами, при увеличении скорости ветра V_b слева уменьшается угол атаки элемента лопасти α_s . И тогда для сохранения направления висения летчик увеличивает тягу рулевого винта путем изменения угла установки лопастей, то есть «дает» правую педаль вперед. Мощность, необходимая для вращения рулевого винта, почти не изменяется: уменьшение угла атаки лопастей под влиянием ветра компенсируется увеличением углов установки лопастей (α_s) примерно на такую же величину, и они работают на тех же углах атаки, что и при висении в штиль (рис. 1, 2).

Таким образом, для вертолетов (Ми-8, Ми-14) при ветре слева характерно увеличение потребного балансировочного откло-

Уважаемая редакция журнала «Вертолет»!

Пишет вам Игорь Анатольевич Беличенко. Мне 45 лет, в 1976 году я закончил Сызранское ВВАУЛ. А вертолеты эксплуатирую с 1972 года. Летал в морской авиации Черноморского и Тихоокеанского флотов.

Освоил вертолеты Ми-2, Ми-8, Ми-4, Ми-14. Службу закончил на Сахалине в 1993 году командиром отдельной противолодочной эскадрильи, имея квалификацию «военный летчик-снайпер», 3000 часов налета и 700 посадок на воду. С 1993 года по 1995 год в авиакомпании «Тихоокеанский авиаработник» летал на самолете Бе-12 НХ. С 1995 года и по настоящее время в авиакомпании «Сахалинские АвиаТрассы» летаю пилотом-инструктором на вертолетах Ми-8Т и Ми-8 МТВ. Общий налет – 5000 часов.

Мы все с большим вниманием работаем с вашим журналом, практически все рубрики используем для практической деятельности вертолетного подразделения.

Ряд причин побудил меня написать вам. Считаю, что в журнале мало внимания уделяется вопросам практической аэродинамики, несмотря на то, что нашими летчиками накоплен огромный опыт при использовании вертолетов как в военной, так и в гражданской сферах.

Хотелось бы знать разные мнения относительно вопросов безопасности полетов, иметь практические рекомендации по выводу машин из нерасчетных режимов.

Предлагаю материал, который, возможно, заинтересует редакцию. Все, что написано в статье, практически применялось на вертолетах Ми-8 и Ми-14 и дало положительные результаты.

Очень бы хотелось поддерживать с вами дружеские отношения. Буду рад поделиться своим опытом. Благодарю вас за то, что наконец-то появился наш журнал, да еще такого качества!

С уважением, Игорь БЕЛИЧЕНКО

нения правой педали по сравнению с положением педали на висении вертолета в штиль или при встречном ветре.

Во втором случае, при боковом ветре справа, рулевой винт работает в осевом потоке подобно несущему винту при вертикальном снижении (рис. 3, 5). При увеличении скорости ветра углы атаки элементов лопастей рулевого винта увеличиваются, из чего следует, что для сохранения направления висения нужно уменьшить угол установки лопастей рулевого винта («дать» левую педаль). Действительно, при ветре справа 2-3 м/с наблюдается уменьшение потребного балансировочного хода правой

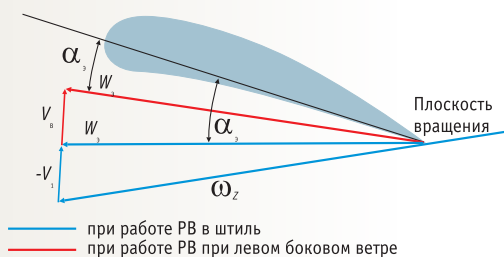


Рис. 1. Определение W и α_s при левом боковом ветре

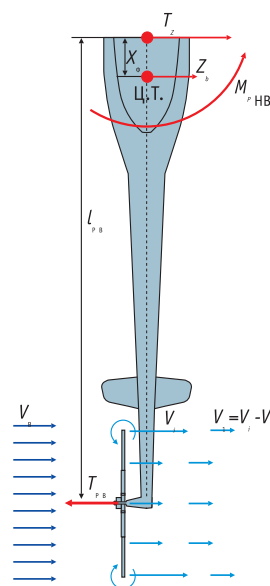


Рис. 2. Схема сил на висении при левом боковом ветре

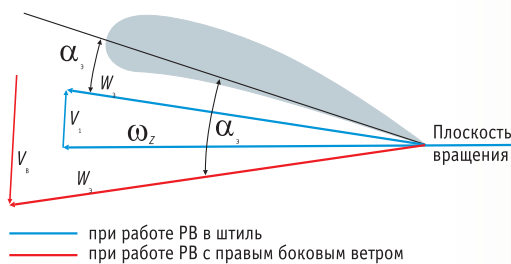


Рис. 3. Определение W и α при правом боковом ветре

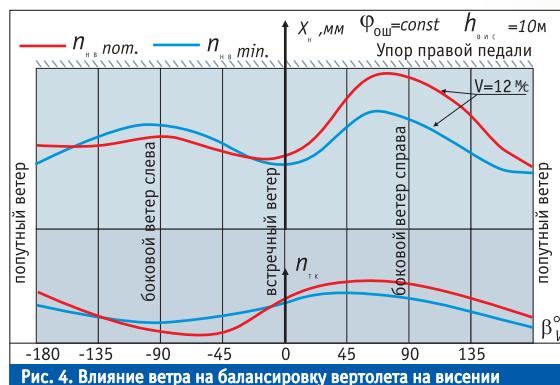


Рис. 4. Влияние ветра на балансировку вертолета на висении

педали вперед по сравнению с положением педали на висении летательного аппарата в штиль или при встречном ветре.

Но при увеличении скорости ветра справа и приближении его к предельным величинам (10 м/с и более) картина обтекания рулевого винта резко меняется. В этом случае тяга настолько падает, что резко возрастает требуемое отклонение правой педали вперед. При встречно-боковом ветре справа под углом 45° требуемое отклонение правой педали вперед становится больше, чем на висении при левом боковом ветре, так как осевая обдувка рулевого винта усиливается под влиянием потока от несущего винта.

Поведение вертолета на висении при правом боковом ветре (когда скорость ветра V_b близка к максимально допустимому значению, а масса вертолета предельная) очень неустойчивое, а при порыве ветра вертолет стремится развернуться влево из-за падения тяги рулевого винта и условие $M_p = T_{pв} \cdot l_{pв} = 0$ не соблюдается.

Чтобы удержать направление, летчик стремится «дать» правую педаль вплоть до постановки ее на упор. Причиной возможной потери путевой устойчивости на висении при правом боковом ветре является падение тяги рулевого винта из-за срыва потока на лопастях и потерь при такой осевой обдувке на вихреобразование, особенно при уменьшении оборотов несущего винта.

Наличие срыва потока на лопастях рулевого винта подтверждается тем, что на висении при правом боковом ветре требуемая мощность на несущий и рулевой винты больше, независимо от направления вращения последнего (рис. 4). Это заметно, если обратить внимание на увеличение оборотов турбокомпрессора

при постоянных оборотах несущего винта ($n_{нв} = \text{const}$; $\Phi_{ош} = \text{const}$), для которого, в принципе, потребная мощность не зависит от направления ветра (во всех случаях косая обдувка). Следовательно, весь прирост потребной мощности двигателей на висении при правом боковом ветре определяется увеличением потребной мощности рулевого винта. При пониженных оборотах несущего винта потребный ход правой педали вперед увеличивается, дополнительно растет и потребная мощность рулевого винта. На висении, когда скорость бокового ветра превышает допустимое значение (при постановке правой педали на упор), возможно столь высокое дополнительное увеличение потребной мощности рулевого винта (из-за срыва потока на лопастях), что обороты несущего винта падают, дополнительно уменьшается тяга рулевого винта и вертолет входит в так называемый самопроизвольный разворот влево.

При своевременных и правильных действиях летчика и при соблюдении ряда условий вывод машины из самопроизвольного разворота возможен, несмотря на большую угловую скорость вращения вертолета. Для того, чтобы избежать попадания в этот режим, летчик должен: не допускать выходов за ограничения по ветру и максимальному взлетному весу, определенные РЛЭ; не допускать резких, не координированных движений органами управления, особенно педалями; учитывать возможность порывистого ветра и завихрений при работах на ограниченных площадках.

В качестве рекомендаций предлагаю летному составу произвести описываемые ниже действия.

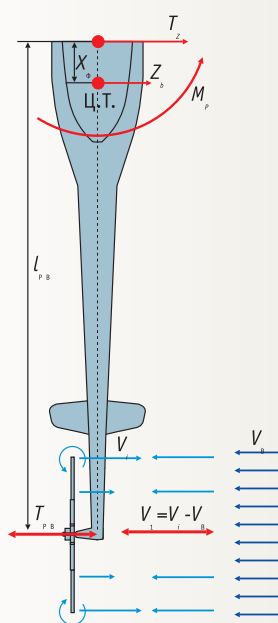


Рис. 5. Схема сил на висении при правом боковом ветре

Следует определить границу ожидаемого начала самопроизвольного разворота. Это возможно уже на скорости 20-30 км/ч, особенно в момент перехода от косой обдувки несущего винта к осевой – так называемый «перелом» вертолета перед запуском.

Признаки этого «перелома» – увеличение тряски вертолета, «рыскание» вертолета по курсу в пределах 10° (при неизменном положении педали), правая педаль находится близко к упору (или на упоре); вертолет как бы «замораживает», но еще поддерживает курс зависания за счет поступательной скорости. При этом нужно плавно уменьшить общий шаг (ОШ) на $2-3^\circ$; правую педаль зафиксировать в последнем положении (вплоть до упора), ни в коем случае не допуская «передергивания» педалями (грубейшая ошибка пилота!); ручкой управления создать незначительное движение вертолета вперед, прикрывшись правым креном в $3-5^\circ$, и с плавным увеличением поступательной скорости перейти в нормальный режим полета; определиться с возможностью посадки, проанализировав причину неудавшегося маневра. Среди таких причин могут быть: неправильно определенный ветер для висения, превышение максимально допустимой массы вертолета, отказ СПУУ-52 (система подвижных упоров управления), неисправности рулевого винта или трансмиссии.

Если граница возможного начала самопроизвольного разворота не определена и вертолет попал в устойчивое левое вращение, пилоту можно рекомендовать следующие меры:

- уменьшить общий шаг на $3-4^\circ$ с одновременным удержанием вертолета от кренов и колебаний по тангажу, причем положение вертолета необходимо контролировать не только по естественному горизонту, но и по авиагоризонту, что особенно важно в сложных метеоусловиях и на висении над водой;

- ни в коем случае не пытаться перевести вертолет в поступательное движение, так как при наклоне машины вперед происходит уменьшение плеча вращения между осью втулки несущего винта и центром тяжести, что согласно закону сохранения энергии приводит к увеличению угловой скорости вращения вертолета, усугубляя ситуацию;

- правую педаль установить близко к упору (но не на упоре).

Теперь нужно приземлить (приводнить) вертолет, дожидаясь полной остановки вращения, развернуться против ветра и, если есть необходимость, произвести взлет с поступательной скоростью.

Данный способ вывода из самопроизвольного разворота применялся практически на вертолетах Ми-8Т, Ми-14ПЛ, Ми-14ПС и давал положительный результат. ■

Скажем честно, перестроечные годы не самым лучшим образом сказались на состоянии вертолетного парка России: единый парк был поделен между множеством авиакомпаний: больших, эксплуатирующих десятки вертолетов различных классов, и самых маленьких, на балансе которых – одна-две машины. Само по себе это разделение не может быть оценено отрицательно. Однако неравномерность парка (при почти полном отсутствии новых машин) и постоянно уменьшающийся объем вертолетных работ неминуемо привели к снижению стоимости летного часа; национальные особенности рыночных отношений привели к тому, что в конкурентной борьбе авиакомпании были вынуждены установить демпинговые цены на вертолетные работы, что, в свою очередь, не позволяло создавать ни амортизационные фонды, ни фонды накопления. Все эти факторы обусловили старение вертолетного парка.

РЕМОНТ

как средство существования

Но ситуация меняется, и вслед за повышением цен на мировом рынке на нефть и нефтепродукты возникли предпосылки для оздоровления рынка, в том числе и рынка авиационных услуг, поскольку основными их потребителями сегодня являются предприятия топливно-энергетического комплекса.

На этом рынке нашли свою нишу и крупные предприятия, и миниатюрные авиакомпании, которые оперативно и с наименьшими накладными расходами могут выполнять авиационные работы.

В этих условиях одним из способов сохранения системы авиатранспорта в России – стране, «наиболее приспособленной для эксплуатации вертолетов», является система восстановления и ремонта авиатехники. Времена существования МГА и плановой экономики, когда вертолетные заводы производили сотни вертолетов в год, а десятки ремонтных заводов их ремонтировали (иногда даже вертолеты, еще не отлетавшие межремонтный ресурс), закончились.

Рыночные отношения с их жесточайшей конкуренцией сделали авиаремонт важной сферой вертолетного бизнеса, привлекательной для многих новых участников. Среди них малые предприятия, военные заводы, «отпущенные на вольные хлеба», а также заводы – производители вертолетной техники и агрегатов. И без того скудный «пирог» пришлось делить на еще большее количество «едоков».

Организаций, заинтересованных в ремонте вертолетов, достаточно много. Прежде всего, это эксплуатанты, так как своевременный, дешевый и качественный ремонт является одним из условий безопасности полетов.

Заинтересованность ремонтников и производителей носит принципиально иной характер: авиаремонт их «кормит». Прежде всего на помощь эксплуатанту в решении задачи поддержания летной годности готовы прийти ремонтные заводы. Производитель тоже не хочет стоять в стороне, так как поставляет запчасти и комплектующие, осуществляет замену агрегатов и узлов. В ремонте заинтересован разработчик, для которого важно продление срока службы авиатехники. И наконец, в ремонте заинтересована Федеральная служба воздушного транспорта (ФСВТ), осуществляющая контроль за поддержанием летной годности и обеспечением безопасности полетов.

Но в то же время интересы различных участников рынка авиаремонтных услуг часто сталкиваются. Производитель заинтересован в продаже новой техники, а поэтому поддержание летной годности за счет ремонта ему не очень выгодно. Разработчикам же монопольное право на продление ресурса позволяет, реализуя «запасы ресурса», заложенные в конструкцию, присутствовать на рынке авиаремонта. Противоречие интересов приводит к некоторому напряжению в отношениях между участниками рынка, что в первую очередь сказывается на цене комплектующих, агрегатов, узлов, а также на цене услуг по ремонту. «Страдает» в этой ситуации эксплуатант, на котором и без того лежат все заботы по поддержанию техни-



ки в рабочем состоянии. Взаимоотношения авиакомпаний с ремонтниками осложняет и неопределенность статуса ремонтных предприятий гражданской авиации, непроработанность правовых норм.

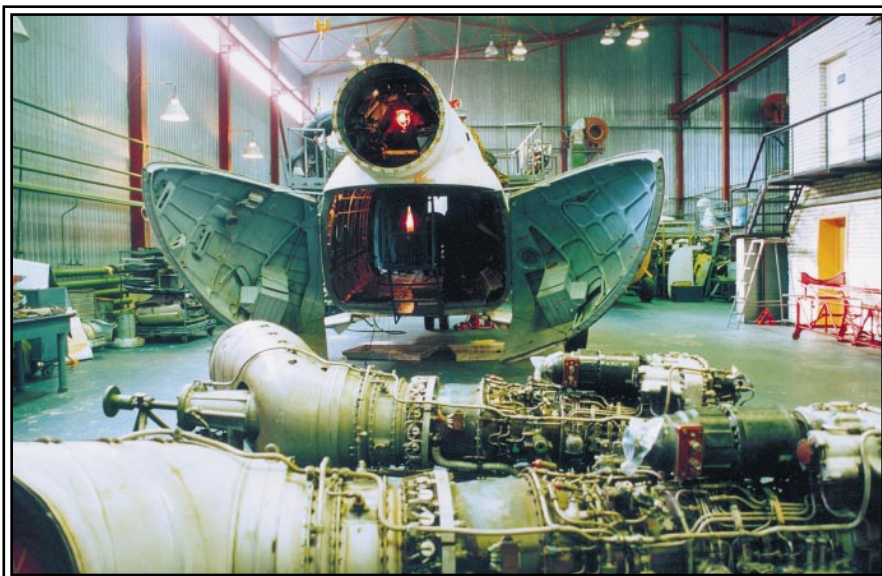
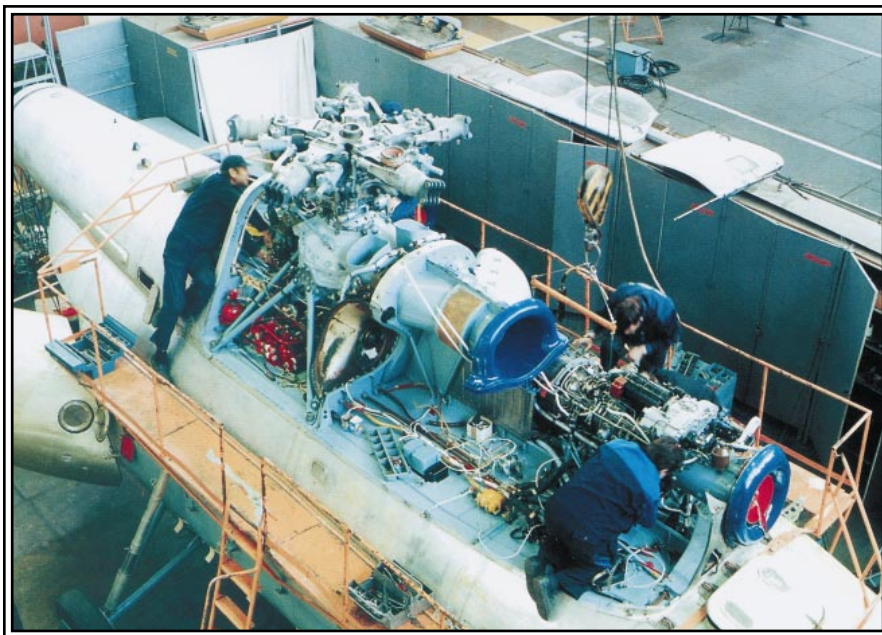
Такое положение вещей заставляет авиакомпании уделять значительное внимание вопросам качества и скорости выполнения ремонта. Последнее условие особенно важно, поскольку, являясь коммерческими предприятиями, они не могут позволить себе продолжительного простоя техники. По этой же причине существенным является вопрос стоимости ремонтно-восстановительных работ.

Таким образом, становится очевидным, что вопрос ремонта авиатехники в нынешних экономических условиях является едва ли не краеугольным камнем существования большинства авиакомпаний, но он же может стать для них камнем преткновения.

В результате всех хитросплетений – экономических, организационных – ситуация с ремонтом вертолетов сложилась весьма тревожная. Винтокрылые машины, ставшие в последнее время наиболее распространенным видом транспорта, зачастую находятся в пользовании небольших авиакомпаний, которые не всегда подходят к вопросам надежности техники и безопасности полетов с должной требовательностью. Отсутствие средств, как правило, заставляет «гонять» машины до предельного износа, и результаты такой эксплуатации говорят сами за себя. Так, 7 катастроф из 10, имевших место на авиатранспорте в 1999 г., были связаны с вертолетами, 5 из них – с вертолетами Ми-8 как наиболее распространенными.

В связи с этим возникает закономерный вопрос: а не говорит ли столь удручающая статистика о низком качестве ремонта? Нет, потому что та же неумолимая статистика свидетельствует: за последние 5 лет не произошло ни одной аварии вертолета по вине ремонтников. Очевидно, что не огрехи, допущенные в ходе ремонтных работ, были причинами аварий, а пренебрежение к своевременному ремонту техники, вследствие чего в полете отказывали узлы и механизмы машины.

Спрос на ремонт должен неизбежно рождать предложение и делать ремонтно-восстановительные работы весьма заманчивой сферой деятельности для многих предприятий. Но все ли авиапредприятия, предлагающие услуги такого рода, в состоянии обеспечить надлежащий технический и экономический уровень ремонтных работ? Явно не все. С этой точки зрения предпочтение следует отдать специализированным авиаремонтным предприятиям. Качественный



ремонт, на первый взгляд, в состоянии обеспечить и любое крупное авиационное объединение, особенно если оно специализируется на выпуске именно той модели вертолета, которая в данный момент нуждается в ремонте. Но тут в действие вступает настроенность на решение задачи определенным образом. Профессиональный ремонтник, привыкший исходить из соображений разумной экономии, всегда достаточно трезво оценивает степень изношенности того или иного узла конструкции и стремится восстановить работоспособность деталей машины. Производитель же, изначально ориентированный на выпуск новых изделий, основной предпосылкой своей ремонтной деятельности считает соображение, что проще заменить старый узел на новый. Не оспаривая технической грамотности такого решения, следует, однако, отметить его экономическую нецелесообразность.

Авиаремонт следует считать прерогативой специализированных предприятий, где высокое качество производимых работ сочетается с оптимальными затратами на их выполнение. Такого рода предприятий, способных решать широчайший круг задач, связанных с ремонтно-восстановительными работами, в стране достаточно много: Новосибирский АРЗ, Санкт-Петербургская авиаремонтная компания «СПАРК», тюменский завод №26, омский завод ГА, завод №73 в Магадане, авиаремонтный завод в Энгельсе, завод № 410 в Калининграде, гореловский АРЗ № 419, АРЗ № 20 в Пушкине, казанская фирма «Эрдас». И это далеко не полный перечень предприятий, занимающихся ремонтом. «Семья» их особенно выросла в последние годы, и необходимость создания особой структуры, которая бы координировала деятельность всех авиапредприятий, занимающихся ремонтом, стала очевидной для всех. 19 января 2000 г. такая



структура появилась на свет в виде Ассоциации ремонтных предприятий воздушного транспорта РФ – «Авиаремота». «Феодальная раздробленность», таким образом, была наконец преодолена, и настала, будем надеяться, новая эра в сфере оказания ремонтных услуг.

У новой Ассоциации широкий круг задач. И главные из них – защита интересов авиаремонтных предприятий на внутреннем и международном рынках, совершенствование нормативной и правовой базы ремонта; разработка, подготовка и экспертиза документов, регламентирующих деятельность ремонтных предприятий, их сертификацию и лицензирование; взаимодействие с разработчиками авиационной техники, предприятиями-изготовителями; экспертное участие в сертификационной и лицензионной работе на предприятиях, осуществляющих ремонт авиационной техники.

В числе учредителей новой Ассоциации «Внуковский АРЗ», ОАО «СПАРК», ОАО «Ро-

стовский АРЗ ГА», АОТ «Омский завод ГА» и другие крупные отечественные авиационные предприятия.

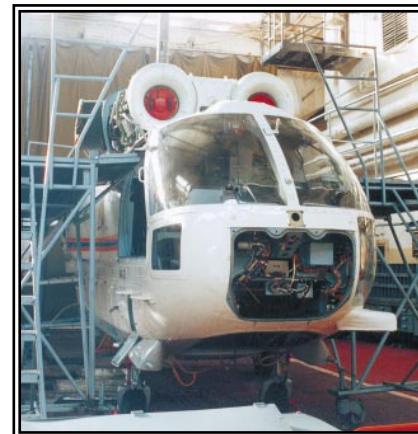
Логичным следствием такого шага явилось проведенное с 29 февраля по 2 марта 2000 г. в Санкт-Петербурге на авиаремонтной фирме «СПАРК» совещание руководителей ремонтных предприятий, специализирующихся именно на вертолетах. В его работе приняли участие представители ремонтных заводов, ФСВТ, ЮсНИИ ГА, МВЗ им. Миля, завода им. Климова, ОАО КВЗ, ОАО ММЗ, завода «Вперед», ОАО «Красный Октябрь», Северо-западного РУ, представители ряда авиакомпаний. Таким образом, сделан еще один, следующий шаг на пути к объединению усилий.

Участники совещания были единодушны в том, что полноценный и качественный ремонт винтокрылой техники возможен только на сертифицированных предприятиях, с использованием сертифицированных комплектующих и запасных частей.

По итогам совещания в «СПАРКе» было принято решение, в котором, в частности, говорится:

- Федеральная служба воздушного транспорта должна определить статус ведущего предприятия по авиаремонту, а также разработать и ввести в действие «Положение о ведущем авиаремонтном предприятии»;

- одобрить и считать своевременным создание Ассоциации АРП «Авиаремонт»;



- ремонтным предприятиям направить в адрес Ассоциации «Авиаремонт» предложения по наиболее актуальным проблемам ремонта вертолетной техники;

- определить порядок взаимодействия ремонтных предприятий с разработчиками и изготовителями авиационной техники в соответствии с рекомендациями «Руководства по организации работ в области летной годности» ИКАО;

- разработчикам и изготовителям авиационной техники совместно с ФСВТ принять меры по безусловному обеспечению ремонтных предприятий документацией, необходимой для выполнения доработок по бюллетеням, ремонту и модернизации авиатехники в соответствии с АП-21.

Участники совещания выразили общую заинтересованность в упорядочении работы по увеличению ресурсов авиационной техники, продлению их в условиях эксплуатации, внесли предложение о введении лицензирования на выполнение работ по увеличению и корректировке ресурсов. С этой целью с привлечением МВЗ, ЮсНИИ ГА и «СПАРКа» запланирована расклейка двух фюзеляжей вертолетов с максимальным сроком службы для проведения испытаний и выполнения работ по дальнейшему увеличению ресурсов.

Первое совещание, безусловно, было полезным. Предполагается, что подобный обмен мнениями между эксплуатантами и ремонтниками будет постоянным. Еще больше хочется верить, что этот обмен мнениями будет продуктивным.

Александр ХЛЕБНИКОВ

«КАСАТКА»

УХОДИТ В НЕБО



24 декабря 1999 г. после получения необходимых заключений головных институтов на аэродроме в Подмоскowie состоялся официальный полет войскового многоцелевого вертолета Ка-60 «Касатка».



Полет продолжался около 10 минут на высоте 300 м. Пилотировал вертолет экипаж в составе летчика-испытателя Владимира Лаврова и штурмана-испытателя Николая Шахова.

Многочисленным специалистам и представителям средств массовой информации вертолет Ка-60 представлял Генеральный конструктор фирмы «Камов» Сергей Михеев.

Об очень серьезном и заинтересованном отношении государственных структур к происходящему событию говорит состав присутствующих на презентации: потенциального заказчика представляли начальник вооружения Вооруженных Сил РФ генерал-полковник Анатолий Ситнов, главнокомандующий ВВС генерал-полковник Анатолий Корнуков, начальник армейской авиации генерал-полковник Виталий Павлов и заместитель главнокомандующего ВВС по вооружению генерал-лейтенант Юрий Клишин.

Ка-60 предназначен для разведки и целеуказания, патрулирования, огневой поддержки, эвакуации раненых, оперативной доставки десанта, оружия, боеприпасов и других грузов в район боевых действий, а также для обучения летчиков. Ка-60 может перевозить на расстояние более 400 км до двух тонн в грузовом отсеке или до двух с половиной тонн на внешней подвеске. В вертолете могут разместиться 10-14 десантников с полной боевой выкладкой.

Вертолет оснащен двумя двигателями нового поколения РД-600 мощностью 1300 л.с. каждый. Двигатели созданы на АО «Рыбинские моторы». Высокую «живучесть» новой машины обеспечивают дублирование органов управления, защита двигателя, специальное покрытие корпуса.

Максимальная скорость вертолета 300 км/ч, дальность перелета – 700 км. Основные узлы и агрегаты, использованные при создании «Касатки», – российского производства.

...Полет прошел успешно, вскоре вертолет и его создателей ждут государственные испытания.



«ГАЗПРОМ»

проявляет интерес

к «Ансату»



Александр АКИМОВ,
главный конструктор
ФНПЦ «НефтеГазАэроКосмос»

Двадцать пятого января 2000 г. состоялось заседание Координационного совета по решению задач аэрокосмического обеспечения работ предприятий ОАО «Газпром». Его организовал Федеральный научно-производственный центр «Нефте-ГазАэроКосмос» – головной исполнитель работ по созданию комплексной системы аэрокосмического обслуживания предприятий «Газпрома». В числе его учредителей, акционеров и партнеров – известные фирмы и организации, обладающие мощным научным и производственным потенциалом. Их исследования могут помочь работникам нефтегазодобывающей отрасли при разработке, обустройстве и освоении месторождений углеводородного сырья, в особенности в условиях Крайнего Севера и шельфа арктических морей.

Заседание было посвящено перспективам использования легкого вертолета «Ансат» на магистральных газопроводах и других объектах «Газпрома».

Вертолет «Ансат» – собственная разработка Казанского вертолетного завода, получившего в 1997 г. сертификат разработчика вертолетной техники. Делегацию КВЗ возглавлял Генеральный директор Александр Петрович Лаврентьев.



А.П.Лаврентьев

Официальная презентация машины прошла 11 октября 1999 г., но по существу первое серьезное рабочее представление вертолета потенциальному эксплуатанту состоялось на заседании Координационного совета. В свое время подобное представление прошел камовский Ка-226 – ближайший аналог «Ансата».

Значение мероприятий подобного рода трудно переоценить, так как «Газпром» се-

годня – один из самых крупных и, что немаловажно, кредитоспособных заказчиков для предприятий вертолетостроительной отрасли. Представление нового вертолета таким потенциальным эксплуатантам может повлиять на ход дальнейших работ по сертификации и внедрению «Ансата» в серийное производство.

Открыл заседание начальник Управления транспорта и подрядных работ Департамента инвестиций и строительства Николай Сидорович Сидоренко. Работники этого управления лучше других видят положение дел в отрасли. Действительно, геологоразведка и разработка месторождений нефти и газа практически в любых регионах невозможны без использования вертолетов. На заседании отмечалось, что винтокрылые



Слева направо: Н.С.Сидоренко, Ю.А.Горяинов
и А.П.Лаврентьев

машины – необходимое звено технологической цепочки геологоразведки, обустройства и нефтегазодобычи.

В наше время о вертолетной авиации уже никто не говорит как о вспомогательной составляющей гражданской авиации России. Очевидно, что без вертолетов невоз-

можно осуществлять полное обследование газопроводов, поддержание их в рабочем состоянии, ремонт. Для всех этих работ просто необходимы легкие машины, которые в российском парке вертолетов практически отсутствуют. Всем известно, что вместо легких вертолетов сейчас, в основном, используются вертолеты средней весовой категории типа Ми-8, но и они удовлетворяют потребности заказчиков только на 40 %.

В этой ситуации «Газпром» рассматривает предложения не только отечественных, но и зарубежных фирм. Однако на сегодняшний день зарубежные машины слишком дороги для отечественных эксплуатантов. Например, стоимость «Ансата», частично включающая стоимость оборудования, составит приблизительно \$1,7 млн. (без оборудования – \$1,5 млн.). Стоимость же его ближайшего зарубежного аналога, вертолета ВК-117, без, что называется, «наворотов» и таможенных платежей составляет \$3-3,2 млн., а с оборудованием – \$4-5 млн. Цифры говорят сами за

жить, как важны для разработчиков симпатии участников совещания.

Генеральный директор Федерального научно-промышленного центра «НефтеГаз-АэроКосмос» Владимир Михайлович Еремин сказал, что в настоящее время должны составляться технические задания для новых машин, поэтому чем больше будет задано



В.М.Еремин



Слева направо: начальник отдела авиационного транспорта ОАО «Газпром» А.В.Грохотов, член Правления ОАО «Газпром», начальник Департамента инвестиций и строительства Ю.А.Горяинов, В.М.Еремин, зам.начальника по авиации Арктического регионального управления Федеральной пограничной службы М.А. Шумовцов

себя. К тому же западная техника не приспособлена к работе в суровых условиях Севера, например, в условиях интенсивного обледенения, поэтому и здесь преимущества российских вертолетов очевидны.

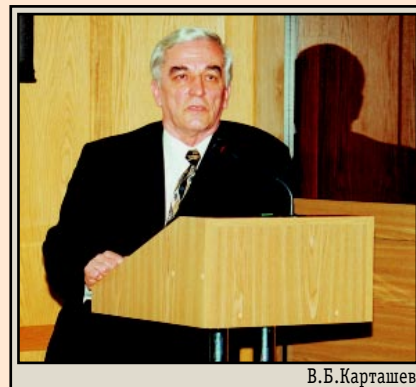
Север – это не просто холод, это еще и проблемы с инфраструктурой. Поэтому машина должна быть полностью автономна, оснащена совершенным пилотажно-навигационным оборудованием, обеспечивающим полеты по приборам в сложных условиях, так как система радиолокационного контроля от Мурманска до Певека не обеспечивает решения всех требуемых задач. Необходимо оборудование для дистанционного контроля, системы обработки информации в режиме реального времени.

Итак, необходимость в новом легком вертолете сегодня более чем очевидна. Заседание Координационного совета проводилось с определенной целью – привлечь заинтересованные организации, в том числе и силовые структуры, к долевному финансированию проекта. Кроме того, до последнего времени в официальных планах и проектах вертолетных работ «Газпрома» значился камовский Ка-226, и сегодня необходимо уточнить, как могут быть распределены сферы применения двух вертолетов. Если учесть, что оба вертолета еще не запущены в серийное производство, то можно предполо-

жить, его поперечный размер. Разработчики утвердительно ответили на вопрос о возможности оборудования вертолета поплавками для приводнения при волнении 3-4 балла и возможности размещения специального оборудования (в пределах 130 кг) для проведения мониторинга.

Особо остро стоял вопрос о двигателях. Вертолет «Ансат», как известно, оснащен двумя двигателями канадского производства (отечественные двигатели для вертолетов подобного класса до сих пор не производятся). Что будет, если канадцы перестанут их поставлять? Создатели «Ансата» настроены оптимистично. Канадские коллеги до сих пор показывали себя надежными партнерами, ведущими последовательную и самостоятельную экономическую политику. К тому же обсуждается вопрос о размещении производства двигателей на Казанском моторостроительном заводе. Так что есть надежда, что и силовая установка будет собираться на месте.

Особую заинтересованность проявили представители Федеральной пограничной службы, выдвинувшие целый ряд требований для работы вертолета в условиях Арктики: автономность, увеличение топливных баков из-за проблем с горючим, необходимость системы приводнения, неприхотливость в отношении существующего топлива, как жидкостного, так и газового.



В.Б.Карташев

Требований было так много, что заместитель Генерального директора КВЗ, руководитель проекта «Ансат» Валерий Борисович Карташев заметил, что им может удовлетворить только тяжелый вертолет. Нужно быть реалистами: такое количество оборудования, которое хотелось бы разместить на вертолете, может поднять, например, Ми-8. Если согласиться на это, тогда не нужно создавать легкие вертолеты.

К реализму взывали и устроители совещания. Нельзя объять необъятное. Нужно искать оптимальное соотношение между необходимым и возможным. И еще один важный нюанс: было отмечено, что нет причин опасаться конкуренции между Ка-226 и «Ансатом». Для обеих машин найдутся сферы применения. Емкость рынка вертолетных работ очень большая. Никто не будет перебивать другому дорогу. У каждой машины есть свои преимущества: соосники хорошо зарекомендовали себя в работе в сложных условиях северных морей, у «Ансата» – преимущества в мощности и крейсерской скорости полета.

На заседании Координационного совета были приняты сроки разработки дополнения к техническому заданию на модификацию «Ансата», пригодную для эксплуатации в условиях Крайнего Севера и шельфа арктических морей. Были приняты также решения о разработке технических предложений и проекта комплексного пилотажно-навигационного оборудования для обеспечения полета по приборам и посадки на малых площадках и при ограниченной видимости, разработке технических требований к оснащению легких вертолетов типа «Ансат» и Ка-226 целевым оборудованием для решения специализированных производственных задач нефтегазовой отрасли.

Работы планируется проводить на принципах долевого финансирования, с привлечением федеральных служб, администраций регионов, государственных и коммерческих организаций и предприятий. По имеющейся информации, работы по созданию пилотажно-навигационного и целевого оборудования легких вертолетов будут включены в Программу ОКР «Создание комплексной системы аэрокосмического обеспечения предприятий «Газпрома» и в планы финансирования на 2000-2002 гг.

IV ФОРУМ РОССИЙСКОГО ВЕРТОЛЕТНОГО ОБЩЕСТВА

В Московском авиационном институте 24-25 февраля 2000 г. прошел IV Форум Российского вертолетного общества (РосВО), в работе которого приняли участие более 170 разработчиков и производителей отечественных вертолетов, представителей зарубежных фирм.

Пленарное заседание форума открыл президент РосВО М.Н. Тищенко. Он отметил, что несмотря на сложные экономические условия и ограниченное финансирование российские вертолетостроители не только разрабатывают новые и модернизируют серийные вертолеты, но и ведут обширные научные и экспериментальные исследования. За прошедшие после третьего форума два года совершили первые полеты новые многоцелевые вертолеты: Ка-60 фирмы «Камов» и «Ансат», созданный Казанским вертолетным заводом.

МВЗ им. М.Л. Миля и фирма «Камов» совместно с серийными заводами ведут большую работу по модернизации своих вертолетов Ми-8/17, Ми-24 и Ка-32.

За прошедший период Правлением РосВО была проведена реорганизация общества, что позволило сохранить участие в нем коллективных членов, обеспечивающих финансирование. Теперь это не общественная организация, а организация на основе некоммерческого партнерства.

Была проделана серьезная работа по подготовке и проведению чтений, посвященных 110-летию И.И. Сикорского и Б.Н. Юрьева.

Генеральный конструктор фирмы «Камов» С.В. Михеев, выступая на форуме, отметил, что фирма закончила год с прибылью. Особо он подчеркнул возрастающую роль КБ и необходимость тесного сотрудничества с серийными заводами для продвижения на рынок своих вертолетов, указав при этом, что опытный завод в «чистом виде» уже изжил себя. Важным для фирмы стало участие в зарубежных тендерах на новые вертолеты, в которых Россия по ряду политических причин с трудом может рассчитывать на успех. Однако такое участие позволяет разработчикам полнее узнать современный уровень требований к вертолетной технике.

Фирма «Камов» разработала и предлагает три новых модификации боевого вертолета Ка-50, включая двухместную модификацию, созданную специально для турецкого тендера. Одновременно фирма запускает в серийное производство вертолеты Ка-60 и Ка-226 сразу на двух заводах. Большое внимание уделяется модернизации Ка-32. Хотя этот вертолет относится к тому же классу, что и Ми-8, но имеет свою нишу на рынке вертолетных работ.

С.В. Михеев подчеркнул важность кооперации фирмы «Камов» и МВЗ им. М.Л. Миля в реализации своих интересов при продвижении на мировой рынок российских вертолетов. Им есть что предложить Западу. Это, прежде всего, реализа-

ция в новых проектах и модернизациях самых последних научных достижений, возникших благодаря тесному сотрудничеству ОКБ с ведущими НИИ и в первую очередь – с ЦАГИ.

Исполнительный директор МВЗ В.Г. Щербина рассказал об основных направлениях работы завода, среди которых важнейшее – разработка нового боевого вертолета Ми-28Н, соответствующего требованиям XXI века. ОКБ занимается также модернизацией Ми-24 для круглосуточного боевого применения и модернизацией самого распространенного в мире вертолета семейства Ми-8/17, на который устанавливаются новые стеклопластиковые лопасти, рулевой Х-образный винт от Ми-28 и комплекс вооружения с УР «Штурм» и «Атака». Совместно с Казанским вертолетным заводом и фирмой Eurocopter ведется разработка нового вертолета Ми-38, который на рынке вертолетных работ сможет заменить машину Ми-8/17.

В.Г. Щербина отметил, что до сих пор нет замены легким вертолетам Ми-2, выпущенным серийно из 5400 машин. Более 500 из них еще эксплуатируются. К сожалению, задерживается разработка Ми-34.

Участников форума, являющихся, в основном, выпускниками МАИ, приветствовал ректор вуза А.М. Матвеев, рассказавший об институте, в котором сегодня 12 факультетов, и о последних научных исследованиях его ученых.

С интересным докладом об исследованиях в области аэродинамики вертолетов выступил зам. директора ЦАГИ Е.С. Вожаев. В вертолетном отделении ЦАГИ ведутся исследования по оптимизации аэродинамической компоновки несущих винтов вертолетов Ка-50, Ка-226, Ми-17 и Ми-38 с использованием усовершенствованных профилей и оптимальной кривизны лопастей. Исследования позволили повысить аэродинамическое качество

конструкций на 11%. Большие работы ведутся по уточнению нелинейной теории несущего винта на всех режимах полета, совершенствуются расчетные методы линейной вихревой теории. Модернизируется экспериментальная база ЦАГИ, позволяющая проводить высокоточные измерения деформации изгиба и кручения лопастей.

Теоретические и экспериментальные исследования несущих винтов вертолетов ведутся также в ВАТУ (ВВИА им. Н.Е. Жуковского), о чем на пленарном заседании доложил профессор М.И. Ништ.

От серийных заводов выступил зам. главного инженера Ростовского вертолетного завода С.Н. Чебыкин, рассказавший о работах по модернизации серийных вертолетов Ми-24 с новым комплексом БРЭО, Ми-8/17 с ГТД ТВЗ-117 с увеличенной мощностью и Ми-26 с двумя членами экипажа. Подготавливается серийное производство легкого вертолета Ми-60 МАИ с двумя двигателями, который «Роствертол» счел более перспективным, чем Ми-34.

Обобщающий доклад об эргономических проблемах разработки вертолетов нового поколения представил профессор А.В. Чунтул (ГНИИ ВМ МО РФ). Он отметил возрастающую роль боевых вертолетов в военных действиях, особенно в Чечне, где они стали основной ударной силой авиации, и увеличивающуюся в связи с этим нагрузку на летчиков, труд которых недооценивается. В Институте военной медицины разработаны рекомендации, способствующие снижению нагрузки на летчика и повышению безопасности военных вертолетов.

После пленарного заседания в музейно-выставочном комплексе МАИ были проведены заседания по 7 секциям, на которых были заслушаны 66 докладов. Активно участвовали в работе форума фирма «Камов» и МВЗ им. М.Л. Миля, представившие соответственно 12 и 6 докладов, МАИ – 12 докладов, ЛИИ – 9, ГНИИ ВМ – 9, ВАТУ – 6, ЦАГИ – 4 и КАИ – 2; с докладами выступили также представители НИИ ЭРАТ, НИИ АО, ЦПЛС и БП, МО и НИИЕТ и фонда М.Л. Миля. В работе форума приняли участие представители американских фирм *Boeing-Vertol* и *Sikorsky* и чешской фирмы *Lom Praha*.

На секции «Проектирование и конструирование вертолетов» было представлено наибольшее число докладов. Особенно нужно отметить доклады В.Г. Крыгина и С.В. Лушина о развитии семейства вертолетов Ка-60 и Ка-62 одновинтовой схемы с фенестроном вместо рулевого винта и о разработке новых двигателей РД600, а также доклад Л.М. Ширяева о развитии многоцелевого вертолета Ка-226.

В.А. Никифоров представил доклад о приоритетных направлениях модификации вертолетов семейства Ми-8, выпущенных серийой более чем 8000 машин и широко эксплуатирующихся во всем мире. Проводимая модернизация позволяет на 50% увеличить транспортную производительность вертолетов Ми-8.

Заинтересовал аудиторию и доклад М.Н. Тищенко о предполагаемом использовании вертолета Ми-26 в разрабатываемой в США программе военно-транспортного винтокрылого аппарата JTR. На МВЗ и в МАИ под руководством М.Н. Тищенко продолжается разработка легкого многоцелевого вертолета Ми-60 МАИ с использованием новейших компьютерных технологий.

Ряд докладов был посвящен исследованиям бесшарнирных несущих винтов и ползкового шасси, широко использующихся за рубежом и получающих применение на новых российских вертолетах; разработке новых вертолетных комплексов бортового радиоэлектронного оборудования; использованию маркетинговых возможностей вертолетных фирм в условиях рыночной экономики.

На секциях «Аэродинамика вертолета» и «Общая аэродинамика и акустика» были представлены доклады, отразившие все основные направления теоретических и экспериментальных исследований, выполненных в ВАТУ, МАИ, на МВЗ им. М.Л. Миля и фирме «Камов», ЦАГИ и ЛИИ.

На секции «Динамика полета и летные испытания» были представлены доклады о рациональных методах взлета и посадки перегруженного вертолета Ми-8, о наземных и летных испытаниях вертолета Ми-2 с усовершенствованными лопастями несущего винта, о современных методах обеспечения летных испытаний, выполненных в ЛИИ, которые основаны на информационных, компьютерных и спутниковых технологиях. Фирма «Камов» представила доклады о вычислении траектории и параметров полета вертолета Ка-50 на акробатических маневрах, выполнявшихся в демонстрационных полетах на МАКС-99, включая маневр «косая петля», и о перспективных методах автоматизации полета вертолетов и оптимальных траекториях автономного полета беспилотного вертолета.

На секции «Эксплуатация и безопасность полета» были представлены 5 докладов от фирмы «Камов», ЛИИ, НИИ ЭРАТ и НИИ АО. Среди них – сообщения об опыте эксплуатации вертолетов Ка-32 в Канаде, об исследованиях аэродинамической балансировки лопастей несущего винта усовершенствованного вертолета Ми-8МТВ, об оценке отказобезопасности

комплексов бортового оборудования вертолетов и использовании экспертной системы при расследовании авиационных происшествий. Интересный доклад об опыте эксплуатации вертолетов в горно-пустынной местности был представлен Центром боевой подготовки и подготовки летного состава.

На секции «Эргономика и медико-биологические факторы при проектировании вертолетов» были заслушаны доклады работников НИИ военной медицины, ЛИИ и фирмы «Камов», посвященные психологическим особенностям переработки информации, оптимизации совместной деятельности членов экипажа вертолета и состоянию летчика в условиях стресса. Ряд докладов был посвящен использованию новых компьютерных технологий и нового оборудования, включая приборы ночного видения, а также оценке экипажем эргономических характеристик кабины боевого вертолета Ми-24.

Истории вертолетной техники были посвящены несколько интересных выступлений. О пребывании М.Л. Миля на заводе фирмы *Sikorsky* в Стрэтфорде сделали доклад его дочери Н.М. Миль и Е.М. Миль. В.А. Касьяников доложил о работах Н.И. Камова и М.Л. Миля по автожирам. В.В. Михеев рассказал о создании И.И. Сикорским вертолета S-58, а Е.И. Ружицкий – об исследованиях вертикально взлетающих самолетов с воздушными винтами, проводившихся Б.Н. Юрьевым в ЦАГИ, ВВИА и МАИ.

Доклады, представленные на секциях, вызвали большой интерес у участников форума и бурно обсуждались. Приятно было видеть на заседаниях форума среди ветеранов вертолетостроения студентов-вертолетчиков МАИ, КАИ, живо интересующихся перспективами развития вертолетостроения.

Специально к форуму издательством «Машиностроение» была выпущена книга «Как создать вертолет, нужный людям», в которой помещены наиболее интересные статьи М.Л. Миля, а также статья М.Н. Тищенко, посвященная 90-летию великого конструктора. Книга подготовлена дочерьми М.Л. Миля.

Работа IV Форума РосВО показала, что отечественное вертолетостроение имеет большой потенциал. Свидетельство тому – высокий теоретический и экспериментальный уровень исследований и интересные новые конструкторские разработки.

Евгений РУЖИЦКИЙ,
вице-президент РосВО,
начальник отделения
научно-технической информации ЦАГИ,
док.техн.наук профессор

В марте этого года Министр обороны РФ Игорь Сергеев посетил ведущие оборонные предприятия Нижнего Тагила и Екатеринбурга. На Уральском оптико-механическом заводе министр провел рабочее совещание с директорами предприятий ВПК. «Армии нужны средства целеуказания, разведки, связи, – отметил он. – Мы просто обязаны изыскать внутренние резервы, чтобы наладить производство этих систем». Место проведения совещания было выбрано не случайно: ПО «Уральский оптико-механический завод» традиционно занимается созданием оптико-электронной прицельной аппаратуры, включающей и системы целеуказания. О том, что делается специалистами завода для обеспечения армии современным оружием и для повышения ее боеспособности, о перспективных разработках, которые предприятие уже сегодня пытается внедрить в производство и предложить своим заказчикам, рассказывает главный конструктор УОМЗ Николай Ракович.

Первыми разработками Уральского оптико-механического завода в области создания обзорных и обзорно-прицельных систем для авиационной техники стали оптико-электронные прицельные системы (ОЭПС). Прежде всего, была освоена прицельная система ОЭПС-29 для истребителя МиГ-29, затем ОЭПС-27, применяемая на истребителях Су-27, ОЭПС-27К для палубного истребителя Су-27К.

Появление новых видов боевой авиационной техники потребовало дальнейшего совершенствования оптического прицельного оборудования. В связи с этим УОМЗ приступил к созданию оптико-локационной станции ОЛС-30 для истребителя Су-30МКИ и к разработке, совместно с НТПК «Геофизика-АРТ», прицельного комплекса 31Е-МК для Су-30МКК. Этот комплекс не только может решать прицельные задачи в воздушном бою, но и обеспечивает лазерный подсвет и наведение ракет для поражения наземных целей.

На сегодняшний день одной из важнейших задач предприятия является оснащение модернизируемых и перспективных



вертолетов высокоточными оптико-электронными системами круглосуточного действия.

Мы выбрали оптимальный с нашей точки зрения и соответствующий современным мировым тенденциям вариант построения этих систем, учитывающий тактико-технические требования, предъявляемые к носителям. Принципиальным является разделение входных зрачков оптических информационных каналов и использование системы высокоточной стабилизации. Положение визирных линий каналов регулируется с помощью гироскопических датчиков, шаровой опоры, трехкоординатного моментного двигателя и автоколлимационных датчиков угла. Отличительной характеристикой систем этого класса является широкий диапазон углов обзора (по азимуту – 360°, по углу места от –110 до +90°). Эта разработка получила общее название гиросtabilизированной оптико-электронной системы (ГОЭС).

В состав ГОЭС входят несколько подсистем: блок оптических информационных каналов, подсистема стабилизации и управления положением линии визирования на основе гиросtabilизированной платформы, электронные блоки, центральный пульт управления. В целом конструкция ГОЭС представляет собой базовый модуль, на основе которого могут создаваться специализированные оптико-электронные системы для выполнения конкретных задач.

Разработка ГОЭС ведется в двух направлениях: создание обзорных и обзорно-прицельных систем. Обзорные системы созданы для установки на вертолетах, предназначенных для охраны государственных границ (как водных, так и наземных), патрулирования, поиска терпящих бедствие, выявления очагов пожаров, борьбы с терроризмом.

Например, обзорно-поисковая система ГОЭС 330, которая, наряду с тепловизионным и телевизионным каналами, оснащена

лазерным дальномером разработки УОМЗ с безопасным излучением (длина волны 1,54 мкм), «прописана» решением макетной комиссии на вертолете Ка-226, предназначенном для Министерства по чрезвычайным ситуациям РФ.

Для экологического мониторинга объектов газовой промышленности УОМЗ совместно с НИИ «Газэкономика» ведет работы по созданию мобильного лазерно-теле-тепловизионного комплекса (ЛТТК). Размещенный на вертолете, самолете, автомобиле или морском судне, этот комплекс позволяет обнаруживать места утечки из подземных, подводных и наземных газопроводов. С помощью ЛТТК проводятся измерения утечек газа в местах добычи, подземных хранилищах, на газоперерабатывающих заводах и даже в местах предполагаемых газовых и нефтяных месторождений. В состав комплекса входят: ГОЭС с тепловизионным и телевизионным каналами, лазерный газоанализатор дифференциального поглощения, а также система сбора и обработки информации.

Летные испытания одной из частей комплекса – ГОЭС – были проведены в мае 1999 г. Система была установлена на вертолете Ми-8Т Пермского филиала «Газпромавиа». Объектом обследования стала линейная часть газопроводов «Пермьтрансгаз». Испытания подтвердили эффективность дистанционного обнаружения мест нарушения герметичности газопроводов с помощью тепловизионно-телевизионной подсистемы ЛТТК.

Аппаратура производства УОМЗ находит все более широкое применение. На вертолете Ми-8МТО завершены летные испытания ГОЭС 310. В настоящее время на нескольких вертолетах испытывается система ГОЭС 321 ВМИ, созданная для Ми-8МТКО.

Уральский оптико-механический завод работает сегодня над обзорно-прицельными системами с возможностями ночного видения. Одна из таких систем – ГОЭС 321

– предназначена для вертолетов Ми-8МТК, Ми-24ВК-1, Ми-24ПК-1. Оснащенная тепловизионным каналом и лазерным дальнометром, она позволяет вести круглосуточные боевые действия с применением неуправляемого оружия.

Усовершенствованная обзорно-прицельная система ОПС-24Н для модернизируемого вертолета Ми-24 обеспечивает применение управляемых авиационных ракет за счет имеющихся, наряду с тепловизионным и TV-каналами, лазерного дальнометра-подсветчика и инфракрасного пеленгатора. Эта система, обладающая высокой точностью стабилизации (10 угловых секунд) и широким диапазоном углов обзора, является первой системой круглосуточного действия, позволяющей с наибольшей эффективнос-

ее базе проектируются системы наблюдения различного назначения и разной степени сложности.

Повышение боевой эффективности самолетов связано, в том числе, с усовершенствованием прицельных функций оборудования. Для решения этой задачи нашим конструкторам необходимо было учесть целую совокупность условий. Во-первых, фюзеляж самолета уже заполнен штатным оборудованием. Во-вторых, сегодня в эксплуатации находится достаточно большой парк самолетов, которые должны быть модернизированы. В-третьих, необходимо дооснащение оборудованием вновь вводимых в эксплуатацию крылатых машин. Наконец, нужно добиться минимизации затрат, сопровождающих технические нововведения.



тью поражать наземные цели на расстоянии до 10 км.

Примером эффективного сотрудничества является работа нашего завода с фирмой «Камов», представляющей интересы армейской авиации. Цель этого сотрудничества – разработка оптико-электронного прицельного устройства, которое могло бы использоваться как на вертолетах, так и на боевых судах и решать проблемы круглосуточного обнаружения, распознавания и лазерного подсвета целей, а также обеспечивать применение управляемого оружия (ПТУР «Штурм», «Вихрь») и наведение управляемых снарядов («Краснополь») на расстоянии свыше 10 км.

Еще одним перспективным направлением работы нашего предприятия является создание оптико-электронных систем на основе подвижных турелей, которые найдут применение в сферах, где не требуется повышенной точности стабилизации. Это системы дневного и ночного пилотирования ДПЛА и различных видов вертолетов, разведывательные системы, посты наблюдения и т.д. Уральский оптико-механический завод готов предложить Вооруженным Силам малогабаритную базовую турель типа «шар» диаметром 340 мм. На

Поэтому мы остановились на идее подвесных контейнеров, в которых будут помещены оптико-электронные системы для всепогодного круглосуточного ведения боевых действий.

Базой для создания этих контейнеров, получивших название «Сапсан», послужили ранее разработанные аналогичные изделия с внутрифюзеляжной подвеской, выводимые в набегающий поток при решении боевой навигационной задачи. Важнейшими характеристиками контейнеров нового поколения являются: высокое качество работы подсистем в условиях атмосферных воздействий, возникающих во время полетов; устойчивость к высоким температурам (особенно в условиях сверхзвуковых полетов); прочность конструкции при больших перегрузках; аэродинамическая форма с минимальным лобовым сопротивлением; вход-выход светового излучения без искажений; парирование вибрационных воздействий, влияющих на качество распознавания объектов.

Безусловным достоинством конструкции контейнера является ее сравнительно небольшой диаметр (360 мм). Точность стабилизации (менее 10 угловых секунд) позволяет реализовать высокое угловое

разрешение теле-тепловизионных систем с полями зрения около 1°. Еще одно безусловное преимущество контейнера – замкнутая система терморегулирования, обеспечивающая длительное время эксплуатации на самолетах, особенно при отсутствии подвода охлаждающего воздуха от систем носителя.

Надо отметить, что руководство ВВС считает перспективным использование такого контейнера для модернизации авиационной техники и прежде всего самолетов Су-27, МиГ-29 и их модификаций. «Сапсан» отвечает всем требованиям, предъявляемым к спектральному диапазону принимающих и излучающих каналов современных оптико-электронных систем. Пути дальнейшего усовершенствования подвесного контейнера специалисты Уральского оптико-механического видят в увеличении функциональных возможностей прибора, уменьшении лобового сопротивления и энергопотребления.

Отдельно хочется остановиться на проблеме развития тепловизионной техники. Тепловизор является своеобразным «органом чувств» оптико-электронных систем типа ГОЭС и лазерных подвесных контейнеров «Сапсан», обеспечивающим сбор и подачу информации, которая позволяет системам работать круглосуточно. Требования, предъявляемые к тепловизорам, высоки. С одной стороны, габариты прибора должны быть небольшими. С другой стороны, необходимо добиться высокой дальности обнаружения объектов (до 8-10 км) и точности их распознавания (до 6-8 км). При создании малогабаритного тепловизора эта задача является трудновыполнимой. Тем не менее, сегодня работы по созданию и освоению в серийном производстве современного отечественного тепловизора набирают темпы.

При участии Российского агентства по обычным вооружениям была разработана целевая программа создания тепловизионной аппаратуры, предполагающая кооперацию предприятий оптического приборостроения. Результатом проделанной работы должен стать опытный образец модульного тепловизионного канала второго поколения, появление которого ожидается в уже 2000 году. ПО «Уральский оптико-механический завод» определено как головное предприятие по интегрированию ТПВК в составе оптико-электронных обзорно-прицельных систем и по организации серийного сборочного производства.

Уральский оптико-механический завод – безусловный лидер отрасли – прилагает все усилия для оснащения ВВС, ПВО, армейской авиации, кораблей ВМФ, наземных ракетно-артиллерийских комплексов сухопутных войск самыми современными обзорно-прицельными системами.

Записала И. АНТАКОВА

Работа летчиков вертолетной авиации характеризуется значительной напряженностью. Среди факторов, оказывающих неблагоприятное воздействие на их здоровье, ведущее место занимает вибрация.

В общей системе профессиональных патологий есть понятие «вибрационная болезнь» (ВБ). Она возникает от воздействия на организм человека общих вибраций при работе на транспорте и в промышленности. Вибровоздействие в авиации (особенно на вертолетах) имеет как сходство, так и отличия от воздействия общих вибраций. Сходство – в уровне и частотном диапазоне вибровоздействия. Например, уровень виброскорости в кабине экипажа тяжелого транспортного вертолета в октавной полосе 16 Гц равен в среднем 114 дБ, а уровень виброскорости трактора в октавной полосе 4-16 Гц равен 110-120 дБ. Наибольшая интенсивность вибрации и в вертолетной авиации, и на транспорте отмечается в области низких частот (1-16 Гц), а это неблагоприятный для организма человека фактор, поскольку именно в этом диапазоне лежат резонансные частоты внутренних органов, рук и ног.

Под воздействием ВИБРАЦИИ

Однако вибровоздействие в авиации менее систематично: общее время полета летчика вертолета гораздо меньше суммарного времени, проведенного водителем транспорта за рулем или промышленного рабочего у станка.

Вопрос о патологиях, вызываемых общей вибрацией, привлекает внимание многих исследователей и врачей, однако в целом проблему расстройств, спровоцированных действием общей вибрации, нельзя признать достаточно изученной (большинство работ посвящено виброрасстройствам при действии локальной вибрации, связанной с работой виброинструментом).

Отмечается, что повышение заболеваемости зависит от уровня виброемкости. При исследовании состояния здоровья водителей автомобилей было установлено, что среди водителей легковых автомобилей (корректированный уровень виброемкости 110 дБ) больных хроническим радикулитом – 45%, страдающих дегенеративными изменениями позвоночника – 30%. У водителей грузовых автомобилей (корректированный уровень виброемкости 116 дБ) хронические радикулиты

встречались в 60% случаев, дегенеративные изменения позвоночника – почти в 40%. Жалобы на общее ухудшение самочувствия высказывали 45% наблюдаемых. Для сравнения отметим, что среди населения в целом эти заболевания отмечаются приблизительно у 10% населения.

Летный состав преимущественно подвергается воздействию общей вибрации, которая передается человеку через сиденье, рабочую площадку или пол, причем в колебательный процесс (особенно при низкочастотных колебаниях от 1 до 50 Гц) вовлекается весь организм. Именно в этом диапазоне лежат и резонансные частоты тела человека в целом и отдельных его органов.

Под действием вибрации указанных частот одни органы человеческого тела колеблются с большей амплитудой, чем другие, что и вызывает неприятные ощущения. Экспериментально подтверждено, что при частотах 4-6 Гц тело сидящего летчика оказывается в резонансе с внешним вибрационным воздействием и совершает колебания с в 2-3 раза большей амплитудой, чем основание кресла. Поза, тип сиденья и спинки значительно меняют выраженность вибрационного воздействия, однако резонансные частоты остаются прежними. Вибрация тела на частотах ниже 20 Гц и особенно в диапазоне от 4 до 10 Гц влияет на характер речи. Отмечается дрожание голоса, ухудшение дикции.

Уровни вибраций на основных типах вертолетов, эксплуатируемых в настоящее время (Ми-6, Ми-8, Ми-24 и др.), в 1,5-2,5 раза превышают нормативные значения. Более благоприятным с точки зрения вибрационных воздействий является вертолет Ми-26, характеристики вибрации которого вследствие удачных конструктивных решений не превышают допустимых величин.

При изучении особенностей труда экипажей вертолетов выяснилось, что 24% опрошенных жалуются на ухудше-



ние здоровья в целом, связывая это с действием вибрации. 86% летчиков считают вибрацию самым неприятным фактором в своей работе.

Изучение психофизиологических функций летного состава выявило различные изменения функционального состояния организма вследствие вибрационного воздействия. Так, при налете 3-4 часа появляются признаки утомления. После 5-6 часов налета развивается выраженное утомление. При этом установлены определенные изменения в функции зрительного анализатора, условно-рефлекторной деятельности, нарушения тонкой координации движений. В полетах вибрация создает также помехи при считывании приборной информации, снижает точность управляющих движений и затрудняет процесс пилотирования. Это, возможно, является одной из причин, приводящих в некоторых случаях к так называемому резкому пилотированию вертолета, т.е. к перемещению рычагов управления с недопустимой быстротой. Подобные отклонения в технике пилотирования приводят к значительной тряске вертолета, самопроизвольному его раскачиванию и ухудшению управляемости.

Вместе с тем следует отметить, что вибрация в полетах в определенной мере служит для летчиков источником полезной информации о работе двигателей, винтов, состоянии летательного аппарата в целом, о режиме полета. В связи с этим они считают, что имеющиеся в настоящее время уровни вибрации в кабинах необходимо снизить, но не исключать вибрацию полностью.

Представления об особенностях действия вибрации на человека существенно расширены и углублены в экспериментальных исследованиях. Комплексное изучение функционального состояния организма и работоспособности человека при многочасовом воздействии низкочастотной вибрации позволило установить несколько уровней адаптации. Первый – это субъективное привыкание к вибрации, которое отмечается через 3-7 мин с начала ее действия. По истечении этого времени обследуемые считают себя полностью адаптированными к ее воздействию и переоценивают свои возможности при выполнении различных операций.

Следующий уровень адаптации развивается через 15-30 мин, когда происходит определенная стабилизация функций вестибулярного, двигательного и зрительного анализаторов. Третий уровень наступает, в основном, к исходу первого часа вибрационного воздействия. После этого показатели работоспособности опе-

ратора остаются достаточно высокими. Таким образом, адаптация к действию низкочастотной вибрации в полной мере наступает спустя час. Через 4-5 часов воздействия отмечается утомление, происходит некоторое снижение операторской деятельности, показателей внимания и других психофизиологических функций.

Анкетный опрос показывает, что летчики считают вибрацию и шум причиной развития неблагоприятных реакций организма, создающих определенные помехи для работы. Так, около 60% опрошенных указывают на развитие на 3-4-ом часу полета утомления, обусловленного действием виброшумового фактора. В большинстве случаев утомление характеризуется вялостью, тяжестью в голове, некоторым снижением внимания. После полетов в ряде случаев отмечаются головная боль, снижение остроты слуха, нарушение сна. Установлено, что подобная симптоматика (в полетах и по их окончании) чаще развивается у людей в возрасте от 36 лет и старше, а также при стаже летной работы более 15 лет. Из опроса следует, что вибрация также создает помехи восприятию приборной информации, особенно на таких этапах, как взлет, посадка, висение.

Данные, представленные в зарубежной литературе, также свидетельствуют, что вибрация является дополнительным источником утомления, вызывающим раздражение и ощущение опасности при полетах на вертолетах. Установлена связь типа вибрационного воздействия со степенью утомления.

Анализ заболеваемости летного состава выявил случаи невритов слуховых нервов у вертолетчиков в возрасте от 30 лет и старше при стаже летной работы от 10 лет и более. Как известно, в отдельных случаях при комплексном действии вибрации и шума это заболевание способно прогрессировать.

Проведенный анализ историй болезни свидетельствует, что у летчиков вертолетов чаще всего возникают заболевания психогенной этиологии (неврозы, эмоциональная и вегетативная лабильность, артериальная гипертензия, язвенная болезнь). Резерв компенсаторно-защитных механизмов организма человека обеспечивает среднюю продолжительность профессиональной деятельности при заболеваниях сердечно-сосудистой системы до 3,5-4 лет, а при неврозах и язвенной болезни – до полугода. Остается открытым вопрос: можно ли говорить о том, что у летчиков возникает вибрационная болезнь (и если да, то в какой степени

она выражена) или мы имеем дело лишь с отдельными симптомами.

По нашему мнению, у летного состава вертолетов могут отмечаться отдельные симптомы, характерные для начальных форм вибрационных расстройств. Они могут проявляться в виде легких вегетососудистых изменений (лабильность пульса и артериального давления), сочетающихся с повышенной чувствительностью конечностей к охлаждению, а также с астеническим синдромом (периодическая головная боль, раздражительность, повышенная утомляемость, бессонница). Характерной особенностью динамики указанных расстройств является их чрезвычайно медленное, постепенное развитие. Это обусловлено тем, что функциональные изменения, возникающие от воздействия общих вибраций, длительное время остаются скрытыми и вибровоздействие в авиации отличается меньшей систематичностью, чем в промышленности. Однако следует учитывать, что вибрация может служить фактором, способствующим прогрессированию другого, основного заболевания. Кроме того, если на начальных этапах отклонения в состоянии здоровья можно напрямую связать с вибровоздействием, то позднее они маскируются симптоматикой других заболеваний (неврозов, нейроциркуляторной дистонии и т. д.)

Подводя итоги, следует сказать, что вибрационные расстройства у летчиков вертолетов могут напоминать начальные проявления вибрационной болезни, возникающей под воздействием общей вибрации.

Характерной особенностью динамики этих расстройств является их медленное, постепенное развитие. Для повышения безопасности полетов летная нагрузка экипажей вертолетов должна быть строго регламентирована. На вертолете Ми-26 летная нагрузка в смену не должна превышать 4 часа, а на вертолете Ми-24 при полетах на предельно малых высотах (5-10 м) – 2-3 вылета в смену (общий налет около 60 мин). Экипажам вертолетов Ми-6, Ми-8, имеющим в день (смену) 3,5-4 часа налета, необходимо предоставлять отдых не менее суток, а летному составу Ми-4 при аналогичной нагрузке – до 36-48 часов.

Экипажи вертолетов нуждаются в целевом динамическом медицинском наблюдении, регулярном проведении профилактических и реабилитационных мероприятий для поддержания здоровья и летного долголетия.

Сергей СКРЕБНЕВ,
ГНИИ военной медицины МО РФ

МНОГОГРАННЫЙ ТАЛАНТ



Искусные авиационные специалисты, руководители разных рангов называли Марка Александровича Купфера своим учителем, «конструктором от Бога».

24 мая 2000 года ему исполнилось бы 80 лет...

Молодым специалистом пришел Марк Купфер к Камову в КБ и всего через 7 лет стал его заместителем и ближайшим сподвижником. Поднимаясь по должностным ступенькам, Марк Александрович не менял своих привычек. Администрирование ему было чуждо, он продолжал заниматься повседневной конструкторской работой. Переезжая в новый кабинет, неизменно забирал с собой старенький, дупотопный кулман. К нему запросто шли все: начинающие конструкторы и руководители подразделений, цеховые технологи и теоретики-аэродинамики, специалисты по прочности и рабочие. Одним он помогал советом, других учил думать. Как конструктор, он не только обладал особым объемным видением, он чувствовал душу создаваемых деталей и механизмов. Он был инженером, способным критически оценить аэродинамический или прочностной расчет, быстро вникнуть в суть проведенного эксперимента или исследования. М.А. Купфер занимался разработкой новаторских стеклопластиковых лопастей несущих винтов, участвовал в создании и испытаниях многоцелевых вертолетов Ка-15 и Ка-18, винтокрыла Ка-22, корабельных вертолетов Ка-25 и Ка-27, боевого вертолета Ка-50 «Черная акула».

Звание лауреата Ленинской премии Купфер получил за участие в создании соосных вертолетов для ВМФ СССР. Но как человека и профессионала,

его больше привлекало создание винтокрылой техники гражданского назначения.

Первой машиной, в создании которой Купфер выступил в роли главного конструктора, стал многоцелевой вертолет Ка-26. Благодаря предложенной им оригинальной компоновке типа «летающее шасси» и удачной силовой схеме Ка-26 приобрел множество мирных профессий, «прописался» у сельчан, лесников, газовиков, монтажников, пожарников, стал самым массовым соосным вертолетом. На этой машине поднялся Кумертауский авиационный завод, а вместе с ним и сам город Кумертау.

Удалась и другая идея Купфера: гражданская машина Ка-32 на базе тяжелого корабельного вертолета Ка-27, вертолет с непревзойденными летными и эксплуатационными свойствами, которые он демонстрирует в различных частях света – от тропиков Папуа – Новой Гвинеи до суровых гор севера Канады.

Вертолеты Ка-26 и Ка-32 и их различные модификации неоднократно представлялись на международных выставках, отмечались призами, ставили международные рекорды.



Талант Марка Александровича был многосторонним. Он был прекрасным рисовальщиком, чьи пейзажи и портреты неизменно привлекали доброжелательное внимание публики на московских художественных выставках.

Марк Александрович замечательно пел, в студенческие годы участвовал в самодеятельных концертах, играл на саксофоне, гитаре. У него была не только музыкаль-



М. Купфер на борту крейсера «Ленинград», на который совершил первую посадку Ка-27. 1977 г.



ная душа, но и искусные руки мастера-во-го. Свою любовь к музыке он выражал, возвращая жизнь старым инструментам: мандолинам, гитарах, балалайкам. К работе над первой своей балалайкой Марк

Марк стал сиротой. Немецкая фамилия Купфер доставила ему достаточно неприятностей. После окончания школы в 1938 году он подал документы в Московский авиационный институт. Получил отказ, так как фамилия абитуриента показалась приемной комиссии сомнительной. Три года он учится в Донецком индустриальном институте, но мечту об авиации не оставил и в 1941 году все-таки поступил в МАИ. В 1946 году Марк Купфер с блеском защитил дипломный проект «Палубный истребитель-амфибия с вертикальным взлетом», получил рекомендацию для поступления в аспирантуру. Однако распределили его в московский филиал фирмы А. Яковлева. Проработал он там всего два года: началась борьба с космополитизмом и в 1948 году Купфер стал безработным. Даже под защитой Н.И. Камова, который отличался полным равнодушием к анкетным данным и редкой по тем временам смелостью в кадровых вопросах, Купфер ощущал на себе особое внимание «органов». Однаж-



Александрович приступил уже в зрелом возрасте. Он подошел к делу с научной основательностью, сконструировав в итоге «Москвичку» - свою модель концертной балалайки, отличающуюся особым звучанием, удобством для исполнителя и большими размерами. В общей сложности он изготовил шестнадцать балалаек, пятнадцать из которых подарил известным российским виртуозам-исполнителям.

Он умел во всем доходить до сути, до вершин: в студенческие годы, например, он увлекся авиамоделизмом, выступал с моделью типа «безхвостка», установил ряд всесоюзных и мировых рекордов и заслужил звание «Мастер спорта СССР».

Нельзя сказать, что жизненный путь Купфера был устлан цветами. В девять лет

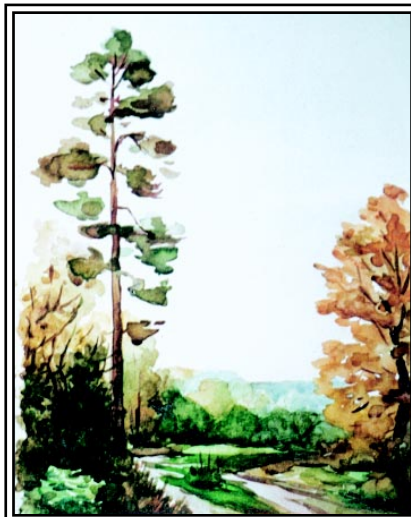
ды, когда он был уже заместителем Камова, с него сняли допуск к секретным документам, а «невездным» он оставался почти до конца жизни...

Спасали Купфера его страстная любовь к жизни и семья - любящие жена и дети.

Мир каждого человека неповторим. Мир Купфера - совершенно особенный. Главной в этом мире была даже не широта его таланта, а открытость, любовь, настроенность на сочувствие, на неприятие несправедливости. К его помощи прибегали не только в производственных, но и в житейских делах. Используя выражение А. Франса, можно сказать, что душа его была «пленительно красива». К сожалению, слишком часто мы проходим мимо подобной душевной красоты, «ее не разгадав».

«Хорошо прожитая жизнь - долгая жизнь». Такую запись оставил в своих дневниках Леонардо да Винчи. Жизнь М. Купфера не была продолжительной, но, несмотря ни на что, она была счастливой.

...Каждый год в день рождения авиаконструктора в его квартире на Фестивальной улице у Нины Владимировны собираются дети и внуки, друзья балала-



Пейзажи М. Купфера

ечники, бывшие коллеги вертолетчики, делившие с ним радости авиационных побед и горечь поражений. И кажется, что Марк Александрович по-прежнему с нами...

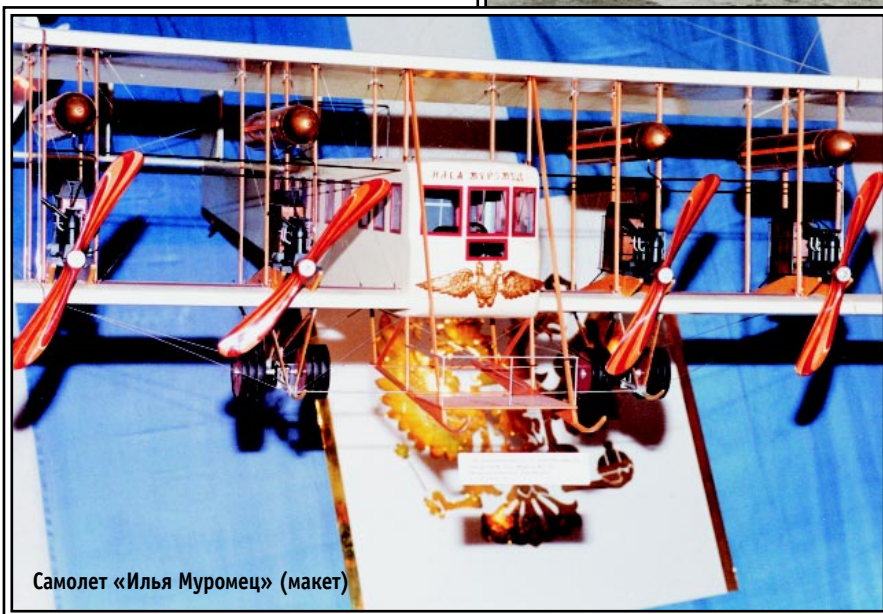
Юрий САВИНСКИЙ,
зам. начальника отделения
логистического обеспечения фирмы «Камов»

ИЗБРАННЫЙ небом

Двадцать пятого мая 1999 г. исполнилось 110 лет со дня рождения выдающегося русского конструктора Игоря Ивановича Сикорского, внесшего огромный вклад в развитие мировой авиации. Талант его широк и разнообразен. Еще до революции им были созданы отечественные самолеты всех существовавших в то время классов, первые российские авиационные двигатели, приборы и образцы авиационного оборудования и вооружения.



И. И. Сикорский и О. Райт в Дейтоне



Самолет «Илья Муромец» (макет)

Вершиной его творчества в России стало создание семейства многомоторных тяжелых самолетов типа «Русский витязь» и «Илья Муромец», не имевших аналогов в мировом авиационном строении. Сикорский сконструировал первые отечественные истребители, штурмовики и пилотажно-тренировочные самолеты.

Игорь Иванович был не только выдающимся конструктором авиационной техники, но и талантливым организатором производства. Благодаря ему в России начался серийный выпуск самолетов, двигателей, авиационных приборов и оборудо-

вания, были заложены основы формирования всей инфраструктуры российской авиационной промышленности. Сикорский проявил себя и как педагог, работая в летных школах и училищах в то время, когда система подготовки авиационных кадров России еще только формировалась. Без участия И.И. Сикорского невозможно представить историю становления стратегической, морской и истребительной авиации в нашей стране.

В 1918 г. Сикорский покинул Россию. Он основал в США авиационную фирму, создавшую в 30-е годы лучшие образ-

цы американских пассажирских самолетов, в том числе и первые в мире авиалайнеры, способные пересечь океан. Надо отметить, что эта фирма стала одним из крупнейших центров русской эмиграции в Америке, и именно нашим соотечественникам американское авиационное строительство обязано своей славой.

В годы Второй мировой войны Игорь Иванович наладил серийное производство вертолетов сначала в США, а затем в Англии и Франции. Вплоть до самого ухода на пенсию Сикорский оставался общепризнанным лидером мирового вертолетостро-





В Политехническом музее.
Экспозиция, посвященная 110-летию И. И. Сикорского

ения. Интересы Сикорского не ограничивались проблемами авиации, его перу принадлежит ряд книг, посвященных философии и различным вопросам богословия.

В начале 1999 г. Академия наук России и Политехнический музей выступили с инициативой проведения юбилейных мероприятий, посвященных 110-летию выдающегося авиаконструктора. Оргкомитет по подготовке и проведению юбилея возглавил академик К.В. Фролов, почетным председателем оргкомитета стал сын авиаконструктора С.И. Сикорский.

25 мая торжественное заседание в Политехническом музее открыл председатель оргкомитета академик К.В. Фролов. С воспоминаниями об отце выступил вице-президент компании *Sikorsky Aircraft* в отставке доктор Сергей Сикорский. Начальник Центрального аэрогидродинамического института профессор В.Г. Дмитриев представил присутствующим доклад «Развитие самолетостроения в России». Заместитель Генерального конструктора МВЗ им. М.Л. Миля А.Г. Самусенко говорил о российском вертолетостроении на пороге XXI века. На торжественном заседании выступил также первый вице-президент фирмы *Sikorsky Aircraft* К. Келли.

26 и 27 мая работа Научных чтений шла по следующим секциям: биография И.И. Сикорского; вертолетостроение; самолетостроение; авиационное двигателестроение; эксплуатация авиационной техники; подготовка авиационных кадров; история авиации; богословие и философия; И.И. Сикорский и русское зарубежье. Тематика секций соответствовала основным направлениям деятельности И.И. Сикорского и вехам его жизни.

Секцию «Вертолетостроение» возглавил док. техн. наук профессор Е.С. Вождаев (ЦАГИ). Вниманию слушателей были предложены доклады: «Научные аспекты вер-



И. И. Сикорский на вертолете S-47.
1949 г.

толетостроения» (Е.С. Вождаев, ЦАГИ), «Развитие на Московском вертолетном заводе им. М.Л. Миля методов исследования балансировки, устойчивости и траекторий вертолетов» (А.С. Браверман, МВЗ им. М.Л. Миля), «Особенности компоновки вертолетов с полозковыми шасси из условий характеристик посадочного удара» (Ю.С. Александрин, МВЗ им. М.Л. Миля), «Исследование состава авиационных средств службы морской охраны России» (В.Н. Журавлев, В.В. Орлов, Ю.В. Хохлов, МАИ), «Применение газомоторного топлива на вертолетах гражданской авиации» (В.П. Зайцев, В.И. Маврицкий, «Интеравиатгаз»), «Применение моментноизмерительных приборов при испытаниях агрегатов вертолетов» (Е.Ф. Биске, В.В. Хмелев, МВЗ им. М.Л. Миля), «Выбор параметров легких транспортных вертолетов, предназначенных для эксплуатации в природно-климатических условиях Ирана» (Ш. Вагфинежад, МАИ), «Синтез систем

управления полетом боевого вертолета» (В.В. Поляков, А.В. Рыбкин, Московский авиационный технический университет им. Н.Е. Жуковского), «Проблема психофизиологической оптимизации средств представления информации вертолетов XXI века» (А.В. Чунтул, Институт авиационной и космической медицины).

Т. Лоуренс, представитель фирмы *Sikorsky Aircraft*, выступил с докладом «К вопросу о разработке малоизвестных вертолетов Сикорского *Bongo Tai*».

Все доклады опубликованы в сборнике «Труды Научных чтений, посвященных памяти авиаконструктора И.И. Сикорского».

29-30 мая торжественное заседание и секционная работа проходили в Академии гражданской авиации в Санкт-Петербурге.

27 мая в Политехническом музее от-

крылась выставка «Избранный небом», успешно проработавшая до 31 января 2000 г.

В настоящее время идет подготовка очередных научных чтений памяти И.И. Сикорского. Они будут проходить 25-28 мая 2000 г. в Москве и Петербурге. Кроме традиционных, планируется работа секций «Авиационные материалы и технологии» и «Авиационные приборы и оборудование».

Вадим МИХЕЕВ,
канд. техн. наук,

Институт истории естествознания РАН

Желающие принять участие
в чтениях могут присылать заявки
по адресу:
101000, Москва, Центр,
Новая площадь, д. 3/4, подъезд № 1,
Политехнический музей.
Организационный комитет по подготовке
и проведению Вторых научных чтений
памяти И.И. Сикорского

СЕБЯ ПОКАЗАТЬ и других ПОСМОТРЕТЬ

Казанский вертолетный завод – не новичок на авиасалонах различного ранга. С 1992 года предприятие успешно осваивает мировое выставочное пространство, представляя свою продукцию и знакомясь с продукцией других фирм. Прошедший год не стал исключением. Об этом мы и беседуем сегодня с сотрудником отдела маркетинга КВЗ Маратом АЮПОВЫМ.



Ми-17-В5

– Марат, об участии КВЗ на авиасалоне в Рэдхилле в сентябре 1999 г. наш журнал уже рассказывал. На каких еще выставочных площадках можно было увидеть заводские стенды в конце прошлого года?

– С 30 ноября по 5 декабря 1999 г. в Малайзии проходила международная авиавыставка LIMA'99. Это достаточно престижная выставка гражданской и военной техники, на которую раз в два года со всего мира приезжают известные фирмы. Надо сказать, что LIMA'99 становится все более популярной. Участники привозят сюда свои новые разработки, не дожидаясь «громких» европейских салонов. И понятно почему: Малайзия – быстро развивающаяся страна, что делает ее очень привлекательной для многих крупных фирм как потенциального партнера и покупателя. Кроме того, LIMA'99 – это шоу, на котором ведущие мировые производители с удовольствием представляют новые машины, оборудование, вооружение.

Малайзийская противопожарная служба ВОВБА показала два вертолета Ми-17 производства Казанского вертолетного завода. Эти машины уже работают в Малайзии и хорошо себя зарекомендовали. Вертолеты оборудованы системами пожаротушения: у одного она находится на внешней подвеске – предложение КВЗ в качестве опции, у другого бак со специ-

альной смесью размещен внутри фюзеляжа – это уже доработка малазийцев. Расширить возможности вертолетов при тушении пожара помогают оснащение машины специальной штангой с брандспойтом для более точного тушения огня, а также тепловизор и видеокамера. Этот раздел выставки, кстати, посетил премьер-министр Малайзии и очень внимательно ознакомился именно с этими вертолетами.



Наш завод представлял на выставке вертолет Ми-17, доработанный до стандарта Ми-17-В5. По сравнению с базовым вариантом у этой машины усилена левая дверь и установлена дополнительная правая, грузовые створки заменены грузовой рампой, что позволяет быстрее проводить погрузочно-разгрузочные работы, иная энергосистема. Машины производства КВЗ ежедневно участвовали в демонстрационных полетах, вызывая неподдельный интерес у посетителей. Кроме техники, завод был представлен большим стендом (48 кв. м), где посетители могли познакомиться не только с нашими «традиционными» машинами, но и с новейшей разработкой – вертолетом «Ансат».

– Какие российские фирмы участвовали в этом авиашоу?

– Из российских вертолетостроителей самостоятельно выступал только КВЗ. Мос-

продукции прошла в местной печати. Так, *ShowNEWS* (информационно-рекламный бюллетень выставки) опубликовал материал об уникальной операции по перевозке мамонта, извлеченного из вечной мерзлоты, которую провел вертолет Ми-26. Было сказано, что роствертоловские Ми-26 (*ShowNEWS* их тоже называл мамонтами) с

ровочно \$ 165 млн. Активно проявила себя южно-африканская фирма *Denel*, которая демонстрировала модели вертолетов *Orix* и *Rooivalk*, оснащенные новой броневой ракетой *Mokopa*. Новое оружие, новое оборудование и системы защиты вообще были широко представлены на выставке.



Демонстрационный полет Ми-17 BOMBA



Ми-17 BOMBA

ковский вертолетный завод выставлялся в составе другой фирмы, Улан-Удэ показывал свою продукцию под флагом местной компании *SME Aviation*. На демонстрационных полетах был представлен Ми-8АМТШ. Российскую вертолетную продукцию в общем представляли «Авиаэкспорт» и «Росвооружение».

«Роствертол» на авиашоу был представлен вместе с МВЗ, а информация о его

успехом эксплуатируются в Малайзии и Восточном Тиморе. В выставочной прессе также была опубликована статья о вертолетах фирмы «Камов».

– Марат, а какие зарубежные фирмы представляли свою продукцию в Малайзии?

– Здесь были все самые крупные фирмы: *Bell*, *Boeing*, *Agusta*, *Sikorsky*, *Eurocopter*. *Kaman* представлял модель вертолета SH-2 и полномасштабный макет его кабины с новым набором приборного оборудования. Вертолет SH-2 выиграл в последнее время два тендера на поставку военных корабельных вертолетов в Австралию и Новую Зеландию, и руководство компании уверено, что после выставки машина получит «зеленый свет». Компания *Westland* активно продвигает на мировой рынок свой *Super Lynx*. Этот вертолет участвовал в демонстрационных полетах во время шоу. Как с легкой иронией отмечала пресса, *Super Lynx* едва успевал перелетать с демонстрации в зоне морской экспозиции на территорию авиавыставки. Компания *Westland*, проигравшая тендер в Австралии фирме *Kaman*, надеется на перспективное сотрудничество с правительством Малайзии, которое уже подписало с фирмой контракт на покупку шести машин. Стоимость контракта составляет ориенти-

– В феврале нынешнего года представители КВЗ побывали в Сингапуре на авиашоу *Asian Aerospace 2000*. Здесь больше других смотрели или себя показывали?

– Летающих вертолетов мы в Сингапур не привозили, а стенд был достаточно большой и солидный. На нашем стенде побывало много посетителей, задавали вопросы, смотрели. Особенный интерес был к «Ансату», о котором даже вышла



Комплект снаряжения Ми-17 BOMBA

отдельная статья в выставочном журнале *Show Daily*.

Но и нам, надо сказать, было на что посмотреть.

Фирма *Kaman* демонстрировала вертолет SH-2G (A) *Super Seasprite*, по-прежнему соперничая с вестландовским *Super Lynx*.

Компания *Eurocopter* объявила на выставке о подписанном с Испанией контракте на поставку 19 легких однодвигательных вертолетов EC-120 *Colibri* для ВВС



страны. Стоимость контракта – \$ 15 млн. Эта же фирма привезла в Сингапур вертолет ЕС-155, который участвовал в показательных полетах. Компания явно делает ставку на расширение своего присутствия в азиатско-тихоокеанском регионе.

MD Helicopters представлял MD Explorer. Фирма с достаточным оптимизмом смотрит в будущее, потому что многие страны, в частности, Япония, продолжают проявлять интерес к ее вертолетам, особенно к медицинским вариантам.

Компания Bell объявила, что за два месяца до выставки получены контракты на поставку 46 вертолетов, из которых 42 – новые машины.

Совместное предприятие Bell/Agusta демонстрировало свой вертолет АВ-139. Кроме базового, предлагались медицинский, поисково-спасательный и противопожарный варианты, вариант для оффшорных работ.

Фирма Sikorsky предложила в модели модернизированный вертолет S-70, который предполагается привезти на следующую выставку в готовом варианте, если сингапурские вооруженные силы, для которых эта машина предназначается, поддержат проект финансово. Надо сказать, что вертолеты компании популярны в этом регионе. Здесь летают S-76, причем парк достаточно большой. Sikorsky также показал на выставке полномасштабный макет кабины вертолета S-92.

Компания Boeing представляла, прежде всего, AH-64D Apache Longbow. Машина участвовала в показательных полетах. Ровно за год до выставки, 1 марта 1998 г., правительство Сингапура объявило о намерении закупить 8 вертолетов, но дума-

ется, что после скандала в Израиле, связанного с крушением вертолета из-за неполадок в гидросистеме, компании будет сложнее предлагать вертолет потенциальным покупателям.

Agusta представляла свой боевой вертолет А-129 Mangusta, в том числе и в экспортном варианте Scorpion. Сейчас машина участвует в турецком тендере и прошла в финальный тур вместе с камовской «Черной акулой».

Что касается российских фирм, то, кроме KB3 и Улан-Удэнского завода, в выставке участвовала компания «Юниавиа». Выставка в Сингапуре была своеобразным дебютом фирмы. Компания проявляет все большую активность на международном рынке, предлагая свои услуги как в области авиаремонт, так и в области ремонта вертолетов, конверсионных операциях и лизинге авиатехники, ищет партнеров для дальнейшей совместной деятельности.

Собственно, это задача всех участников выставки, в том числе и нашего завода. Выставки – это шаг к будущему, вполне реальному партнерству и возможность поставок вертолетов в другие страны и регионы мира.

– И последний вопрос. Марат, скажите, пожалуйста, в каких авиасалонах уже принял и примет участие KB3 в новом 2000 году?

– С 27 марта по 4 апреля в Чили, в традиционном авиашоу FIDAE. Это крупнейшая южно-американская выставка,



S-61

здесь наша продукция была представлена совместно с «Росвооружением».

С 11 по 14 апреля наш стенд размером в 48 кв. м с полной гаммой продукции вновь можно было увидеть в Малайзии, в столице страны Куала-Лумпур. Акцент в экспозиции был сделан на военную продукцию.

THAI-2000 – так называется выставка, которая пройдет в Таиланде с 17 по 21 мая. KB3 представит свой стенд.

Один из крупнейших международных авиасалонов – ILA – пройдет в Берлине с 5 по 12 июня. В этой выставке мы принимаем участие уже не первый раз, представляя всю продукцию Казанского вертолетного завода.

И конечно, Farnborough – апофеоз авиасезона-2000, который состоится в конце июля. Надеюсь, что и здесь KB3 будет выглядеть достойно.

Беседовала Наталия КРАЕВА



S-70



S-61



Super Lynx



K-Max



Bell-406



AS-350



ПРОБЛЕМЫ несущего винта

При запуске в серийное производство вертолета Ми-4 проблем по всем агрегатам было множество, но самыми важными и сложными были вопросы, связанные с изготовлением лопастей несущего винта. Постоянного представительства ОКБ на Казанском вертолетном заводе тогда не было, и все возникавшие в процессе работы вопросы решали приезжающие на завод москвичи. В начале 1954 г. завод приступил к летным испытаниям головной машины Ми-4. 27 февраля на очередном, восьмом, полете произошла катастрофа, вызванная разрушением лопастей. Погибли пилот Владимир Стародубцев и бортиженер Александр Куроптев. Я помню, как подавлены и ошеломлены были этим трагическим событием заводчане. На завод приехала государственная комиссия, в работе которой участвовал Михаил Леонтьевич Миль.

После осмотра упавшего вертолета и исследования характерных повреждений фюзеляжа Миль определил, что причиной разрушения лопастей был флаттер – опасное самовозбуждающееся колебание лопастей несущего винта изгибно-крутильного характера. Это явление возникает на предельных режимах в случае недоведенности конструкции лопасти по центровке.

Всю ответственность за случившееся взял на себя Генеральный конструктор. В ОКБ начались расчетно-исследовательские работы по устранению обнаруженного дефекта. Были увеличены противофлаттерные грузы, переносившие вперед, к носку, центр тяжести в сечениях лопасти, введена наземная контрольная проверка лопасти на флаттер, во время которой на триммер в хвостовике лопасти устанавливался груз, смещавший назад, во вредную сторону, центр тяжести. Так обеспечивался необходимый и надежный запас в центровке лопасти, гарантирующий отсутствие флаттера в полете.

Вскоре после выпуска опытного образца вертолета завод перешел к серийному производству Ми-4. Но было очевидно, что лопасти вертолета нуждались в дальнейшей доводке и усовершенствовании.

Это обстоятельство понимало и руководство Казанского вертолетного завода. Для

всех инженерных служб и работников цехов-изготовителей производство лопастей стало главной работой.

Конструкция лопасти, разработанная М.Л. Милем, для своего времени была совершенной по технологическим, весовым и прочностным характеристикам.

Приведем ее краткое описание.

Лопасть вертолета – смешанной конструкции. Их основной стержневой элемент – лонжерон – был выполнен из закаленной хромансильевой трубы. Эта труба длиной в десять метров имела переменную толщину и сужающийся к концу профиль сечения. К лонжерону на хомутах и розетках крепились 57 нервюр из соснового переклея.

В самом носке профиля лопасти была установлена стальная пластина, груз-противовес, крепившийся к лонжерону на хомутах и кронштейнах. Груз окантован носовым буквым стрингером. По нервюрам и стрингерам лопасть оклеивалась полуторамиллиметровой фанерой и полотном. Затем шпательвалась, полировалась, окрашивалась.

Возник вопрос: как крепить нервюры к лонжерону? Болтами – нежелательно: не хотелось дырявить лонжерон. Сварка тоже отпадала. Осталась безвредная на первый взгляд припайка стальных розеток хомутов нервюры к лонжерону с местным лужением зон контакта.

Лонжерон лопасти – цельная труба – был заказан на Первоуральском трубном заводе, но освоение такой трубы задерживалось. Первые опытные и серийные вертолеты Ми-4 пришлось делать, используя лонжероны, состыкованные из трех частей: наконечника, комлевой и эллипсовидной. Их соединение – стыковка на заклепках – было вынужденной и сложной операцией. К тому же, какой бы идеальной ни была конструкция состыкованного лонжерона, в условиях постоянно действующей в полете знакопеременной нагрузки стык – источник повышенной опасности.

Значение цельных лонжеронов для вертолетных лопастей было трудно переоценить, и когда на Первоуральском трубном заводе заработала установка, выдававшая прокат цельной десятиметровой трубы переменного сечения, все вздохнули с облегчением.

Итак, первым успехом было внедрение цельных лонжеронов, которые КВЗ начал получать с начала 1957 г. Однако лонжерон после прокатки требовалось прокаливать. На заводе была создана уникальная шахтная установка для закалки трубы в вертикальном положении. Труба, вращаясь вокруг своей оси, медленно опускалась внутри индукционной катушки высокочастотного нагрева. После закалки она поступала в масляную ванну, расположенную внизу. Перед сборкой свежескаленную трубу лонжерона правили, устраняли отклонения от прямолинейности и по закрутке.

К производству предъявлялись строгие требования по чистоте наружной и внутренней поверхности трубы. Трубу зачищали, полировали, по внутренней поверхности она просматривалась специальным перископом. Поверхности отверстий под болты крепления трубы с наконечником упрочнялись методом дорнования (формирование поверхностного наклепа).

С годами при эксплуатации возникали непредвиденные случаи поломок несущего винта. Работа лопастей в полете – чрезвычайно сложный процесс. Вращаясь, каждая лопасть то встречает, то прожигает встречный поток воздуха, изгибаясь вверх и вниз. Это движение совершается миллионы раз всего за сотни летных часов.

Хотя в конструкцию лопасти заложены свойства, обеспечивающие ее динамическую прочность и сводящие к минимуму опасные последствия усталости, из-за знакопеременных нагрузок в лонжероне усталость материала все же накапливается, что приводит к разрушению. К этому добавляются возможные отклонения при изготовлении трубы-лонжерона, погрешности в ходе сборочных работ, также снижающие прочность лопасти.

По результатам летных испытаний опытного образца машины и ресурсных испыта-

ний был определен срок безопасной эксплуатации вертолета. Первоначально это было 150 летных часов, затем 300, после чего лопасти должны были заменяться.

Тем не менее, в эксплуатации вновь возникли отказы, проявлялись дефекты у лопастей, не выработавших своего ресурса. В 1961 году под Ленинградом из-за разрушения лопастей, имевших небольшую наработку в эксплуатации, упал вертолет Ми-4. Вскоре после этого произошла еще одна катастрофа «четверки», в которой погибли генерал Колпачки и сопровождавшие его офицеры.

На завод приехали М.Л. Миль и Председатель Госкомитета по авиационной технике П.В. Дементьев. Правительственная комиссия начала работать на месте катастрофы, а затем на Казанском вертолетном заводе. Была приостановлена эксплуатация всего парка вертолетов Ми-4, остановлено производство лопастей.

Можете представить, какое настроение было тогда у руководителей КВЗ. Помню диалог директора завода Максимова с начальником лопастного цеха Рыковым:

«Что, Василий Степанович, стоишь?»

«Да, Владимир Петрович, но лучше стоять, чем сидеть».

заводе. Причиной, видимо, стало нарушение температурного режима.

Строгие требования были предъявлены теперь трубопрокатному производству. Туда с целью повышения контроля качества и проведения совместных работ выезжали представители вертолетного ОКБ, филиала и вертолетного завода.

Михаил Леонтьевич Миль и руководители завода добились чрезвычайного решения – приостановки полетов всех вертолетов, проведения специального осмотра всех без исключения лопастей и проверки их лонжеронов на отсутствие трещин.

В этот кризисный момент на помощь КВЗ пришли конструкторы ОКБ из Москвы, сотрудники Казанского филиала конструкторского бюро. По всей стране и за рубежом работали специально созданные выездные пункты рентгеновского контроля лопастей.

В сомнительных случаях на перепроверку выезжали ведущие специалисты, производили отбраковку и продление ресурса качественных лопастей. Были проверены тысячи лопастей, и только на одной из них обнаружены опасные трещины. Лопасть была заменена новой.

Проведенные во Всесоюзном институте авиационных материалов (ВИАМ) и в ла-



результаты изучения первой катастрофы вертолета под Ленинградом показали, что она была вызвана микротрещинами лонжерона лопасти в зонах пайки хомутиков нервюр.

Вяснилось, что процесс пайки оловом каленой хромансильевой трубы изменяет структуру материала в худшую сторону. Соединение нервюр с лонжероном методом пайки было признано неудачным. Это был конструктивный дефект.

Во второй катастрофе вертолета Ми-4 под Одессой обнаружили другие дефекты – трещины материала трубы, возникшие в ходе ее производства на трубопрокатном

бюро ОКБ исследования клеев, способных заменить пайку в лопастях, позволили М.Л. Миллю принять решение об использовании клея ПУ-2 для соединения нервюр и кронштейнов противовеса с лонжероном лопасти. Этот клей был признан подходящим по прочности и долговечности.

Но в этом случае прежняя конструкция деталей хомутов и розеток нуждалась в переделке, в увеличении контактной площади соединения с лонжероном. Менялось много чертежей деталей и сборки лопасти. Эту работу быстро и ответственно выполняла бригада казанских конструкторов лопастей.

После утверждения измененного комплекта чертежей завод продолжал производство лопастей, но уже по новой технологии сборки. Одновременно были развернуты работы по существенному увеличению их ресурса, в которых, кроме инженерных служб завода, участвовала бригада Казанского филиала научно-исследовательского института авиационной технологии, прочинисты ЦАГИ, конструкторы-лопастники ОКБ и филиала, специалисты Казанского авиационного института.

Чтобы повысить выносливость лонжерона, было введено поверхностное упрочнение трубы. После шлифовки наружной поверхности трубы производился наклеп, т.е. силовая ударная обкатка трубы движущимися в круговой обойме стальными шариками, так называемый ротационный наклеп. Была введена также полировка внутренней поверхности трубы лонжерона до закалки, очистка от масляной пленки после термообработки.

Осмотр внутренней поверхности трубы производился с особой тщательностью с помощью специального перископа, наши конструкторы и технологи исследовали процесс правки лонжерона после термообработки. Были разработаны способы правки, ограничения, запреты недопустимых деформаций по перегибам и закрутке трубы.

Положительные результаты столь тщательной и творческой работы не замедлили сказаться: ресурс лопастей смешанной конструкции был повышен до 400, 600, а затем до 1000 летных часов. Это уже был предел, хотя и не удовлетворяющий полностью плавного конструктора и заказчиков, но обеспечивающий надежную и успешную эксплуатацию всего парка вертолетов Ми-4 на долгие годы.

Надо сказать, что уже с середины пятидесятых годов в ОКБ прорабатывалась новая конструкция лопасти – цельнометаллическая, в которой использовался появившийся опыт клеевых соединений, легких сотовых конструкций и прессования длинномерных замкнутых дюралевых профилей. В ней вместо стальной трубы лонжерона и каркаса из нервюр использован пустотелый профиль из алюминиевого сплава, повторяющий теоретический контур носовой и средней части лопасти, а вместо деревянных нервюр с фанерной обшивкой – ряд хвостовых отсеков из тонкой авиалевого обшивки с легким сотовым наполнителем.

В 1962 г., после трагических катастроф вертолетов Ми-4 из-за дефектов стального лонжерона, на правительственном уровне было принято решение о замене этих лопастей цельнометаллическими, производство которых на заводе № 387 планировалось начать еще в 1956 г.

Для завода такая революционная перестройка – создание принципиально нового,

необычного и сложного производства – была тяжелой и трудновыполнимой задачей. Впрочем, это была даже не заводская, а отраслевая задача, решение которой было важно для всей нашей авиационной промышленности. Лопасты, созданные для вертолета Ми-4, использовались затем на Ми-8 и разных его модификациях. Изготовление их продолжается до сих пор.

Опытные образцы цельнометаллических лопастей сначала изготавливались на Ростовском вертолетном заводе. В их конструкции не было сотовых блоков, были обычные дюралевые нервюры и химически травленая обшивка в хвостовой части. Лонжерон лопасти прессовался в цехе Всесоюзного института легких сплавов (ВИЛС) в Сетунь. В проектировании этих лопастей, а затем в создании их конструкции для серийного производства в Казани участвовали ведущие работники МВЗ.

Лонжерон новой лопасти изготавливался из материала АВТ-1, прессовался из слитка материала в горячем состоянии и сваривался из двух частей. Эти части – верхняя и нижняя – соединялись по плоскости хорд.

Внутренняя полость лонжерона, оребренная, в дальнейшем не обрабатывалась. По наружной поверхности оставляли припуск материала на фрезерную обработку. Вес такой заготовки лонжерона – 330 кг, после обработки – 90 кг, ее длина – 10,4 м.

Поступая на лопастное производство, каждая заготовка лонжерона проходила несколько видов контроля, в том числе ультразвуковой, контроль механических свойств материала, состояния поверхности снаружи и внутри профиля оптическим перископом, а также контроль состояния сварного шва по носку и задней стенке профиля.

Пройдя контроль геометрических размеров и внешнего вида, лонжерон лопасти поступал на стенд виброупрочнения поверхности. Размещенный в контейнере лонжерон с засыпанными внутри и снаружи стальными шариками устанавливался на вибростенд. Положение лонжерона менялось, чтобы получить равномерный наклеп поверхности агрегата.

Последняя операция перед общей сборкой лопасти – серно-кислотное анодирование внутренней и наружной поверхностей, дополнительное грунтовое покрытие внутренней полости. Для улучшения антикоррозийной защиты и обеспечения высоких адгезионных свойств перед началом общей сборки лонжерон покрывался клеем ВК-32-200 горячего отверждения и сушился в специальных печах.

Хвостовая часть лопасти состояла из 21 отсека. Каждый отсек собирался (склеивался) из обшивки листа АВТ-1 толщи-

ной 0,3 мм и сотового блока из фольги Ат-1 толщиной 0,04 мм, склеенной на жидком клее Вк-3.

Завод полностью механизировал изготовление пакетов сотовых блоков. Пакеты из 90 листов собирались на автоматах. На листы наносились клеевые полосы и дренажные отверстия. Пакеты прессовались с нагревом в печах. Затем следовала их фрезеровка по теоретическому контуру сечения лопасти. Потом шел процесс изготовления отсеков. Растянутые до нужных размеров сотовые блоки склеивались по торцам с обшивкой и двумя нервюрами. Соединение производилось с помощью клея Вк-3.

Изготовление хвостовых отсеков лопастей в серийном производстве – это высококомеханизированная полуавтоматическая линия. В ней заложены оригинальные и совершенные технические решения, обеспечившие высокую производительность и стабильность качества хвостовых отсеков. Создавалась эта линия Казанским филиалом НИАТ и вертолетным заводом.

Общая сборка лопасти заключалась в клеевом соединении лонжерона с хвостовыми отсеками, а также в клееболтовом соединении его с наконечником в комлевой части и законцовкой в концевой части. Сборка осуществлялась в стапеле. Склейка производилась на пленочном клее Вк-3 в режиме горячей запрессовки и отверждения.

Разработанная конструкция лопасти до гениальности проста, но чтобы ее осуществить, понадобились усилия десятка многочисленных инженерных коллективов и огромных, по тем временам, ассигнований.

Прежний лопастной цех завода был непригоден для производства лопастей новой конструкции. И этому производству отдается новый большой производственный корпус.

К освоению лопастей подключился Самарский металлургический завод, его инженеры создали нужное оснащение, разработали технологию прессования уникального профиля.

Создание всей оснастки, фрезерных станков, поточной линии, стендов поручилось Казанскому филиалу научно-исследовательского института авиационной технологии.

Отработку технологии всех клеевых работ вел Московский всесоюзный институт авиационных материалов. В работе принимали участие ученые, специалисты Казанского авиационного института, лаборатории Московского вертолетного завода.

Казанский завод № 387 – ныне КВЗ – сумел в короткий срок освоить новое, сложное, ответственное и многопрофильное производство цельнометаллических лопастей.

**Симон МА30,
ветеран вертолетостроения**

«ШКУРА — НЕВИДИМКА»

Недавние события на Балканах показали неэффективность американской системы «Стелс», на которую возлагались большие надежды. Как защитить боевую технику от обнаружения её средствами ПВО? Над этим вопросом стали размышлять многие специалисты, в том числе и наши, отечественные. И в очередной раз доказали: не оскудела земля русская Ломоносовыми и Кулибиными. Результатом упорных трудов российских учёных явилась новая система маскировки с рабочим названием «Мимикос».

Из достоверного источника в Министерстве обороны, пожелавшего остаться неназванным, нам стало известно, что 24 марта 1999 года было принято, а через неделю распространено среди ведущих вертолётных ОКБ России решение о проведении тендера на создание принципиально нового боевого вертолёта, перед которым ставились следующие задачи:

- вертолёт должен отличаться повышенной скрытностью и незаметностью;
- иметь высокую маневренность и в воздухе, и на земле;
- иметь сравнительно низкую стоимость.

Активная творческая работа быстро дала результаты. Уже через год после принятия решения свои детища продемонстрировали три ведущих разработчика российских вертолетов.

Неординарность поставленных задач потребовала от них оригинальных решений. Главное требование заказчика о скрытности и незаметности было удовлетворено путём мимикризации вертолетов. Мимикрия (англ. *timicry*, от греч. *mimikos* – подражательный) – у животных один из видов покровительственной окраски и формы, благодаря

которым животное как бы «сливается» с предметами окружающей среды, становится похожим на что-то другое, не представляющее интереса для хищника.

Ученые использовали один из главных постулатов мимикрии: превращаться в неинтересный для пристального внимания объект. И вертолетам не только изменили форму фюзеляжа, но и покрыли их специальными «шкурами», имитирующими шкуры соответствующих животных. Здесь на помощь конструкторам вертолетов пришли химики – их шкуры не только ничуть не хуже природных, но по многим параметрам (особенно по порогу прокусываемости и устойчивости к линючести) гораздо выше.

Самой сложной задачей оказалась вторая. Общепринятые схемы ходовой части здесь не годились. Решение о замене стоек шасси на подвижные стержневые системы, похожие на лапы соответствующих животных, подсказал внешний вид машин. Недостаток этого решения заключался лишь в явном весовом проигрыше таких шасси и в возросшем коэффициенте лобового сопротивления. Но их полное соответствие внешнему виду вертолета в сочетании с возможностью выполнения широкого диапазона наземных маневров склонило чашу весов к одобрению подвижных стержневых систем типа «лапы».

Решение третьей поставленной перед конструкторами задачи было найдено сразу. Чтобы избежать удорожания, решили модифицировать уже существующие машины в соответствии с поставленными целями. Именно так получены модификации современных вертолетов Ка-50СВ (Серый волк), Ми-28РХ (Русский хвост), Ми-8МТВ – ЧСТ (Черепаха, сжигающая танки). Все агрегаты внешнего слежения размещены в местах

соответствующих органам восприятия копируемых животных. Камеры, локаторы и системы наведения – на месте глаз, тепловизионные устройства – на месте носа, а антенны – на месте усов.

Ещё одной особенностью системы «Ми-

микос» является способность улавливать и, что самое удивительное, воспроизводить любые запахи. Это позволяет нашим вертолетам буквально держать нос по ветру, а также создает противнику дополнительные трудности для их обнаружения.

О будущем этих вертолетов мы попросили рассказать председателя конкурсной комиссии генерала-полковника Сергея Ивановича Миконорова.

– Сергей Иванович, как Вы оцениваете новинку?

– Необходимость в таких машинах очевидна, особенно сейчас. С наступлением весны и появлением «зелёнки» их роль при выполнении боевых задач в Чечне трудно будет переоценить.

– Судя по эскизным проектам, вертолёты действительно очень похожи на животных, но их размеры...

– Размеры нас не пугают, пусть противник боится! Кстати, мы, военные, тоже кое-что от себя предложили: на новые вертолеты будут подбираться летчики с учетом внешности машины, при катапультировании или незапланированной посадке летчик тоже должен «сливаться» с окружающим ландшафтом. В нашей армии человек и техника – едины!

К сожалению, никакой другой, более полной информацией о новейших модификациях известных российских вертолетов мы на сегодняшний день не располагаем. Но как только гриф секретности будет с этих машин окончательно снят, мы расскажем о них подробнее. Пока же вашему вниманию предлагаются рабочие эскизы «Серого волка», «Черепахи» и «Русского хвоста».

Муслим ГАЛИЕВ





pilot? Sometimes statistics shows us a very dramatic picture (p. 4-9).

The DESIGNING section is opened by article «Coaxial main rotor» written by B. Burtzev, S. Selemenev and V. Vagis. It is devoted to aeromechanics of coaxial-rotor helicopters. 95 % of world helicopter's fleet present single-rotor classical helicopters, nevertheless the interest to coaxial-rotor helicopters is increasing now (p. 10-13).

The second report going under the heading is «Mi-8MTV acoustic characteristic» (author – E. Belov). To investigate the nature of noise means to find some devices to reduce it. The reduction of noise level is the problem of several aspects: medical, designing and economical (p. 14-15).



The section TECHNOLOGY contains two reports concerning the problems of composite blades production. The article «The quality of composite constructions» is devoted to the upgrading of packing technology used in production of composite blades. The construction's

quality depends on the tool used to produce blades (p. 20-21).

We continue the publication of the article «Composite blades: packing or spinning» by Z. Shnurov. The author acquaints readers with the perspectives of using both technologies. According to author's opinion, a packing technology has good future because it allows to produce blades of various geometry (forms) (p. 16-19).

The proof of the pudding is in the eating. It is not truth only of pudding. Were creators quite successful in the helicopter designing? The question can be answered only when a helicopter is in service. Four Mi-34C rotorcrafts are in service in the Bushkirskye airlines rotorcraft fleet. Bushkirskye airlines is the first company to use Mi-34C helicopters. Galy Mazitov, the company's chief mechanic, tells the journal newsmen about the use of the Mi-34 in aerial works. The article «Looking from the sky» goes under OPERATION heading (p. 22-23).



The second article «The spontaneous turn» by I. Belichenko deals with a very urgent problem: it is off-standard behavior of helicopter in a strong crosswind. The author is a pilot of Sakhalin Airline Company and he has faced the spontaneous turn in his own practice. He gives readers the benefit of his experience of overcoming the turn (p. 24-25).

The flight safety depends on the quality of remedial maintenance which should be done in time. The conference of representatives of aircraft-repair enterprises was devoted to more complex problems of helicopters repair. The conference was held by St.-Petersburg aircraft repair company (SPARC) in February (p. 26-28).

Three reports are given under EVENT heading. As for designers, the first flight of aircraft looks like a kid's first step. The first flight of Ka-60 multi-purpose helicopter was presented on 24th of December, 1999. The flight lasted for 10 min. The flying height – 300 m. The flight crew

members were: test pilot Vladimir Lavrov and test navigator Nikolai Shakhov (p. 29).

For Ansat helicopter designed by Kazan Helicopter Plant designing agency the first flight is the past event. On 25th of January, 2000, the helicopter was presented to the Gazprom corporation which is one of the biggest helicopter operators. Gazprom is considered to be in the market for Ansat (p. 30-31).

One of the most important events which took place in February was the 4th Russian Rotorcraft Forum. E. Ruzhitsky, vice-president of Russia's Helicopter Society acquaints our readers with the results of Society's work in the period between two forums and achievements of Russia's designers, manufacturers and operators of helicopters (p. 32-33).

The article «New eyes for military aircraft» goes under the EQUIPMENT heading. It acquaints readers with plans and perspectives of Ural Optic-Mechanical Plant, which produces optoelectronic target systems, optoelectronic around-the-clock systems, thermal imagers and other equipment for military aircraft (p. 34-35).

The MEDICINE heading covers one topic. The article written by S. Skrebnev is «Vibration and health». Vibration sometimes becomes a cause of different operational diseases, e.g. it is a risk factor in pilot work. Influence of vibration should be reduced. Hence the cooperation of engineers and physicians should begin at the designing stage. It is the only way to develop human-engineered rotorcraft (p. 36-37).



Two important dates are mentioned in the JUBILEE heading. The first one is the 80-th anniversary of M. Kupfer. He was the associate of Nicolai Kamov and one of the founders of Kamov firm. But he was talented not only in the helicopter-building field. He was a brilliant

musician, painter and even maker of musical instruments. The article «The memory of rotorcraft designer» was written by U. Savinsky, Kupfer's disciple (p. 38-39).

Now the Second Sikorsky Conference is being prepared. The article «Chosen by the sky» by V. Mischev is devoted to greatest Russian rotorcraft designer. It is also an invitation to the conference (p. 40-41).



AEROSHOW is always a subject of grate interest. The article «Actions speak louder than words» by M. Ayupov presents the information about the participation of Kazan Helicopter Plant in International Exhibitions which took place in Malaysia, Singapore, Republic of Chile and other countries (p. 42-44).

The development of Mi-4 helicopter was one of the dramatic pages of Russia's helicopter-building HISTORY. The production of main rotor blades for the Mi-4 is the subject of report «The problems with main rotor» by S. Mazo. Designers have to solve a lot of technological, social and economical problems (p. 45-47).

We hope the WINDMILL heading hits our readers taste. Our life is full of complex problems. But if you can laugh at yourself you can overcome these problems (p. 48).

IN MEMORIAM. On 31st of March Mikhail Nagibin, the Director General of Rostvertol PLC passed away. Nagibin was one of those who formed the policy and ideology of the branch, determined the strategy of its development (p.50).



Памяти Михаила Васильевича Нагибина

31 марта 2000 года ушел из жизни Генеральный директор Ростовского вертолетного производственного комплекса Открытого акционерного общества «Роствертол», почетный гражданин Ростова-на-Дону, действительный член Российской инженерной академии Михаил Васильевич Нагибин.

Более двадцати лет назад Нагибин стал Генеральным директором Ростовского вертолетного завода. После акционирования предприятия, когда большая часть акций ОАО «Роствертол» оказалась в руках самих работников, на должность гендиректора его переизбрал трудовой коллектив. Даже когда у завода появилось много сторонних акционеров, никто и представить себе не мог, что Ростовский вертолетный будет возглавлять другой директор.

Сегодня часто говорят, что в России трудные времена, что надо затянуть пояса, потерпеть. Нагибин рассуждал иначе. «Надо ежедневно работать, четко представлять перспективу своего предприятия, готовиться к тому, что ожидает тебя в будущем. Надо принимать сложившиеся обстоятельства и не надеяться на чудо. Нельзя без конца обещать, что хорошо будет через столько-то лет. Человеку нужно жить сегодня – значит, надо даже в самых тяжелых ситуациях платить людям зарплату, индексировать ее, заботиться о трудовом коллективе», – это была его позиция.

«Роствертол» всегда был процветающим предприятием. Случай для России нетипичный, особенно если учесть, что речь идет о заводе военно-промышленного комплекса. Безусловно, успехи ОАО «Роствертол» связаны с личностью его выдающегося Генерального директора.

За свой труд Нагибин был награжден орденами Трудового Красного Знамени, Ленина, «Знак почета», «За заслуги перед Отечеством» III и IV степени. Однако сам Михаил Васильевич всегда говорил, что самая большая награда для него – это уважение людей, вместе с которыми он работает.

Нагибин брался за, казалось бы, совершенно неподъемные дела, выбрав в качестве своего жизненного кредо утвержде-

ние, что неразрешимых проблем нет, время и здравый смысл решают все.

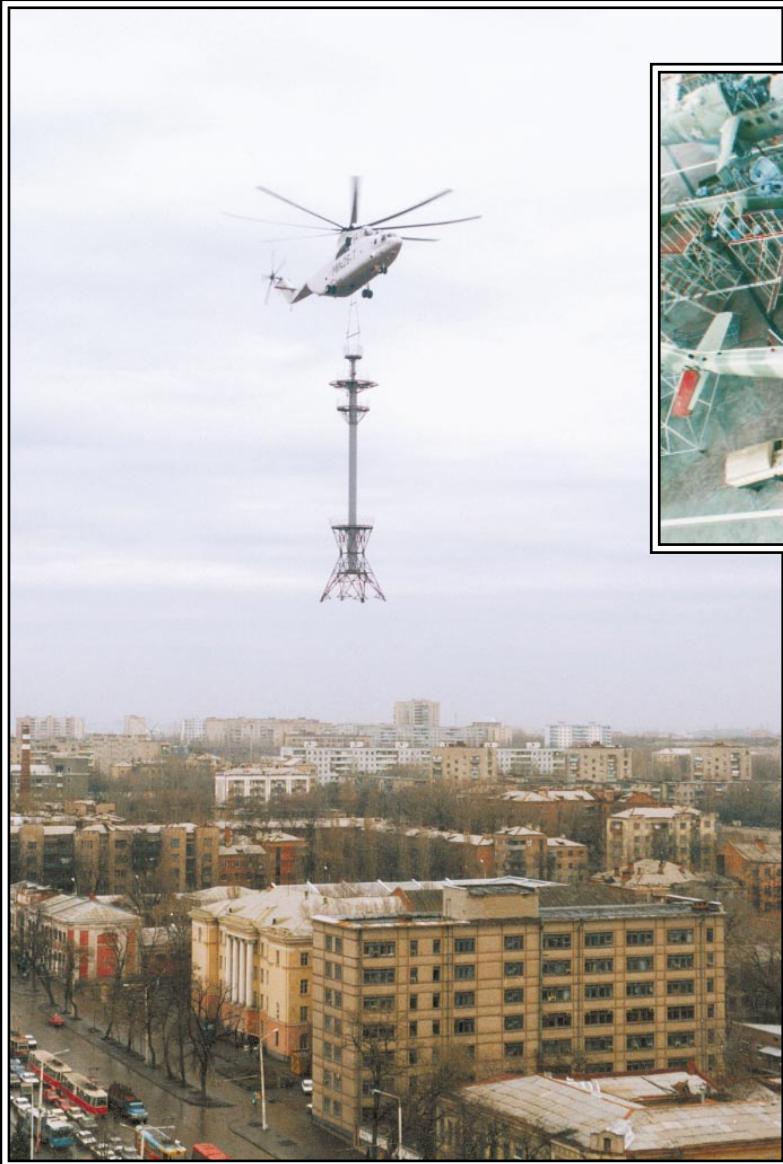
Он ушел из жизни рано – в 64 года. Но успел сделать так много, что иному хватило бы на две жизни. Возглавляемый им вертолетный производственный комплекс стал уникальным предприятием авиационной промышленности, единственным не только в стране, но и в мире, производящим вертолеты сверхтяжелого класса.

Михаил Васильевич был из тех, кому судьба предназначала быть лидером. Такие люди горят ярко и уходят раньше времени, оставляя о себе добрую память на долгие-долгие годы. Оставляя Дело, за которое можно не беспокоиться – единомышленники и друзья подхватят и продолжат.

Смерть Михаила Васильевича Нагибина мы – редакция журнала «Вертолет» – переживаем как потерю близкого и надежного друга. Он был тем человеком, который поддерживал журнал с момента его основания, потому что понимал: все, кто связан с вертолетостроением, – одна большая семья и журнал может стать объединяющей силой для российских вертолетчиков в достаточно сложное время. Удивительная мудрость и дальновидность были его прекрасными качествами.

Последний раз мы общались с ним совсем недавно, обсуждая новый проект журнала – каталог «Мир вертолетов России». И, как всегда, получили полную поддержку и понимание.

...Каждый новый вертолет, созданный в Ростове-на-Дону, – память о Михаиле Васильевиче. Нам бы очень хотелось, чтобы и каждый новый номер журнала «Вертолет», вышедший из типографии, говорил всем знавшим, уважавшим и любившим Нагибина, что мы помним о нем.



*...Где печаль над крулатой мечтой не вистна,
Где лишь небо да небо над головою..*

