

## **Нормы летной годности беспилотных авиационных систем с беспилотным воздушным судном с максимальной взлетной массой более 750 кг**

### **Глава 1. Общие положения**

1. Настоящие Нормы летной годности беспилотных авиационных систем с беспилотным воздушным судном с максимальной взлетной массой более 750 кг (далее – Нормы БАС) разработаны в целях повышения уровня безопасности полетов беспилотных авиационных систем и устанавливают основные требования к конструкции, параметрам и летным качествам беспилотных авиационных систем с беспилотным воздушным судном с максимальной взлетной массой более 750 кг и их компонентов.

2. Беспилотная авиационная система состоит из следующих основных элементов ее типовой конструкции: беспилотное воздушное судно, пульт дистанционного пилотирования или станция внешнего пилота, цифровая линия передачи данных (далее - линия С2), включающая каналы управления, передачи данных контроля и систему связи.

Типовая конструкция, соответствующая требованиям настоящих Норм БАС, предполагает, что в каждый момент времени каждое БВС в составе БАС получает команды управления только с одного ПДП или СВП.

3. Требования настоящих Норм БАС применяются при конструировании, изготовлении, испытании, сертификации, техническом обслуживании и ремонте БАС и ее компонентов.

4. Отступления от настоящих Норм БАС признаются уполномоченной организацией в сфере гражданской авиации приемлемыми, если невыполнение отдельных Норм БАС компенсируется другими мерами, обеспечивающими эквивалентный уровень летной годности, сертифицированными и принятыми исполнителем и заказчиком.

5. В настоящих Нормах БАС используются следующие термины и определения:

1) наработка БАС - продолжительность эксплуатации БАС в полете и наземных условиях, выражаемая в часах налета, числе полетов (посадок) или других единицах;

2) экспортный сертификат летной годности БАС - документ, удостоверяющий соответствие экземпляра БАС требованиям Норм летной годности государства-изготовителя или государства регистрации, где БАС состояло в реестре;

3) полет БАС - перемещение БАС по земной (водной) поверхности и в воздушном пространстве от начала разбега при взлете (отрыва от земной или

водной поверхности при вертикальном взлете) до окончания пробега (освобождение взлетно-посадочной полосы без остановки) или касания земной (водной) поверхности при вертикальной посадке;

4) функциональная система БАС - совокупность взаимосвязанных изделий, предназначенных для выполнения заданных общих функций;

5) комплекс средств пожарной защиты БАС - совокупность конструктивных мер пожарной защиты, средств пожарной сигнализации и пожаротушения, контроля и управления ими на БАС;

6) балансировка БАС - состояние равновесия всех действующих на БАС моментов в установившемся режиме полета, обеспечиваемое для каждой конфигурации соответствующими отклонениями рулей.

7) управляемость БАС - свойство БАС отвечать соответствующими линейными и угловыми перемещениями в пространстве на отклонение рычагов управления;

8) назначенный ресурс - суммарная наработка БАС, при достижении которой эксплуатация БАС должна быть прекращена независимо от его состояния;

9) ресурс до списания - ресурс БАС от начала эксплуатации до его списания, обусловленного предельным состоянием;

10) силовая установка - совокупность элементов БАС, необходимых для создания тяги. Силовая установка включает двигатели, воздушные винты (для турбовинтового двигателя), топливную и масляную системы, системы управления двигателями, контроля и охлаждения, воздухозаборники, противопожарную защиту и другое оборудование;

11) нормальный взлет - взлет при нормальной работе всех двигателей и систем БАС, влияющих на взлетные характеристики;

12) вспомогательная силовая установка - совокупность элементов с вспомогательным газотурбинным двигателем, являющаяся источником сжатого воздуха, электроэнергии, мощности на валу и предназначенная для обеспечения работы систем БАС на земле и в полете, в том числе для запуска двигателей силовой установки и электроснабжения систем БАС в полете при отказе первичных источников, установленных на двигателях силовой установки;

13) эквивалентная воздушная мощность вспомогательного газотурбинного двигателя - мощность, которую может развивать отбираемый от вспомогательного газотурбинного двигателя сжатый воздух при его адиабатическом расширении до атмосферного давления;

14) радиотехническое оборудование навигации, посадки и управления воздушным движением - оборудование, обеспечивающее определение местоположения БАС в полете, на маршруте, на взлете и при посадке, а также автоматическую передачу данных наземным службам управления воздушным движением радиотехническим способом;

15) устойчивость - свойство БАС восстанавливать без вмешательства внешнего пилота кинематические параметры невозмущенного движения и возвращаться к исходному режиму после прекращения действия на БАС возмущений;

16) пожароопасный отсек - отсек на БАС, в котором имеется потенциальная опасность возникновения очага пожара;

17) ожидаемые условия эксплуатации - расчетные условия, определенные настоящими Нормами, эксплуатационные ограничения и рекомендуемые режимы полетов, установленные для данного типа БАС при его сертификации;

18) эксплуатационные ограничения - условия, режимы и значения параметров, преднамеренный выход за пределы которых недопустим в процессе эксплуатации БАС;

19) ресурс - наработка от начала эксплуатации или ее возобновления после ремонта до прекращения или приостановки эксплуатации БАС;

20) заказчик - государственные органы и организации Республики Казахстан, организации гражданской авиации, заказывающие и (или) эксплуатирующие БАС;

21) рекомендуемые режимы полетов - режимы полетов в пределах эксплуатационных ограничений, установленных руководством по летной эксплуатации БАС;

22) длина разбега  $L_p$  - расстояние по горизонтали, проходимое БАС от точки старта до точки отрыва его от взлетно-посадочной полосы;

23) дистанция нормального (продолженного) взлета  $L_{взл}$  - расстояние по горизонтали, проходимое БАС от точки старта до точки на высоте 10,7 м над уровнем взлетно-посадочной полосы в точке отрыва;

24) дистанция прерванного взлета  $L_{пр\ взл}$  - расстояние по горизонтали, проходимое БАС от точки старта до точки полной остановки;

25) максимальная эксплуатационная перегрузка, указанная в Руководстве по летной эксплуатации, *путях* - наибольшее допустимое по прочности конструкции значение нормальной перегрузки в центре тяжести БВС при маневре, определяемое в связанной системе координат при рассматриваемой полетной массе и конфигурации БВС.

## Глава 2. Общие требования

6. Настоящие Нормы БАС устанавливают:

государственные требования к летной годности БАС, при котором уровень летной годности БАС достигается выполнением всех требований настоящих Норм БАС;

факторы (условия или причины), приводящие к возникновению особых ситуаций и подлежащие рассмотрению при оценке летной годности БАС, которые указываются в соответствующих пунктах настоящих Норм БАС.

При этом особой ситуацией признается ситуация, возникшая в результате воздействия неблагоприятных факторов или их сочетаний, и приводящая к снижению безопасности полета.

По степени опасности особые ситуации разделяются на:

1) усложнение условий полета, характеризующееся незначительным увеличением психофизиологической нагрузки на внешний летный экипаж, или незначительным ухудшением характеристик устойчивости и управляемости или

летных характеристик БАС. Усложнение условий полета не приводит к необходимости немедленного или не предусмотренного заранее изменения плана полета и не препятствует его благополучному завершению;

2) сложные ситуации, характеризующиеся заметным повышением психофизиологической нагрузки на внешний летный экипаж или заметным ухудшением характеристик устойчивости, управляемости, летных характеристик либо выходом одного или нескольких параметров полета за эксплуатационные ограничения, но без достижения предельных ограничений и (или) расчетных условий;

3) аварийные ситуации, характеризующиеся значительным повышением психофизиологической нагрузки на внешний летный экипаж или значительным ухудшением характеристик устойчивости и управляемости или летных характеристик либо приводящая к достижению (превышению) предельных ограничений и (или) расчетных условий;

4) катастрофические ситуации, при возникновении которых предотвращение гибели третьих лиц и разрушение БАС оказывается практически невозможным.

Предотвращение перехода сложной ситуации в аварийную или катастрофическую ситуацию обеспечивается своевременными и правильными действиями членов внешнего экипажа в соответствии с Руководством по летной эксплуатации БАС, в том числе немедленным изменением плана, профиля или режима полета.

По частоте возникновения события (отказы, отказные состояния, особые ситуации, внешние воздействия) делятся на повторяющиеся, умеренно вероятные, маловероятные, крайне маловероятные, практически невероятные.

При необходимости количественной оценки вероятностей возникновения событий должны использоваться следующие значения вероятностей, отнесенные либо к одному часу полета, либо к одному полету, в зависимости от характера рассматриваемого события:

повторяющиеся - более  $10^{-3}$ ;

умеренно-вероятные - в диапазоне  $10^{-3}$  -  $10^{-5}$ ;

маловероятные - в диапазоне  $10^{-5}$  -  $10^{-7}$ ;

крайне маловероятные - в диапазоне  $10^{-7}$  -  $10^{-9}$ ;

практически невероятные - менее  $10^{-9}$ .

Отказное состояние системы может явиться следствием, как отказов отдельных элементов, так и комбинации этих отказов, если результирующее влияние таких отказов на работоспособность системы в целом оказывается одинаковым в каждом случае.

7. Ожидаемые условия эксплуатации включают в себя:

1) параметры состояния и факторы воздействия на БАС внешней среды:

барометрическое давление, плотность, температура и влажность воздуха;

направление и скорость ветра, горизонтальные и вертикальные порывы ветра и его градиенты;

воздействие атмосферного электричества, обледенение, град, снег, дождь, птицы;

2) эксплуатационные факторы:

состав внешнего летного экипажа БАС;

класс и категория аэродрома, параметры и состояние взлетно-посадочной полосы;

вес и центровка для всех предусмотренных конфигураций БАС;

возможные конфигурации - варианты геометрических форм БАС, соответствующие различным этапам и режимам полета (взлет, набор высоты, крейсерский полет, снижение, экстренное снижение, заход на посадку и посадка, уход на второй круг);

режим работы двигателей и продолжительность работы на определенных режимах;

особенность применения БАС (выполнение полета в визуальных условиях или по приборам, над водной поверхностью, над равнинной, горной или безориентирной местностью, в высоких широтах, на грунтовых аэродромах);

характеристика воздушных трасс и маршрутов;

состав и характеристика наземных средств обеспечения полета;

минимум погоды на взлете и посадке;

применяемое топливо, масла, присадки и другие расходуемые технические жидкости и газы;

периодичность и виды технического обслуживания, назначенный ресурс, срок службы БАС, ее функциональных систем;

3) параметры (режимы) полета:

высота полета;

горизонтальные и вертикальные скорости;

перегрузки;

углы атаки, скольжения, крена и тангажа;

непрерывность линии С2;

сочетания этих параметров для предусмотренных конфигураций БАС.

В ожидаемые условия эксплуатации включаются и другие данные, определяемые особенностями применения конкретного типа БАС. Ожидаемые условия эксплуатации входят в качестве ограничений, условий и методов эксплуатации БАС в ее эксплуатационную документацию. При рассмотрении совокупности параметров ожидаемых условий эксплуатации для анализа особых ситуаций должна учитываться вероятность их одновременного возникновения.

8. Эксплуатационные и предельные ограничения устанавливаются изготовителем с учетом вероятности внешних воздействий и функциональных отказов, характеристик БАС, точности пилотирования, а также погрешностей бортовых приборов и оборудования.

9. Эксплуатационные ограничения указываются в соответствующих разделах эксплуатационной документации (Руководство по летной эксплуатации, Руководство по технической эксплуатации, Программа (регламент) технического обслуживания) в виде, обеспечивающем возможность контроля со стороны летного и наземного персонала.

Информация о предельных ограничениях приводится в Руководстве по летной эксплуатации.

10. При отсутствии или недостаточности естественных предупреждающих признаков БАС оборудуется искусственными средствами, обеспечивающими предупреждение внешнего летного экипажа в полете о приближении или достижении эксплуатационных ограничений. Если характеристики БАС, естественные признаки или искусственные средства не обеспечивают эффективного предупреждения, то БАС оборудуется специальными устройствами, предотвращающими непреднамеренный выход за предельные ограничения.

К средствам, предупреждающим внешний летный экипаж о приближении или достижении эксплуатационных ограничений, относятся наличие на пульте дистанционного пилотирования или станции внешнего пилота:

- 1) разметки шкал индикаторов с выделением допустимых диапазонов;
- 2) тактильных, световых и звуковых сигнализаций и других средств.

К специальным устройствам, предотвращающим непреднамеренный выход за предельные ограничения, относятся:

механизмы изменения усилий и перемещений рычагов и органов управления;  
устройства автоматического отклонения органов управления по сигналам датчиков или вычислителей предельных режимов.

В непосредственной близости от приборов могут устанавливаться надписи (таблицы) с обозначением диапазона эксплуатационных ограничений, контролируемых этими приборами параметров.

11. Возвращение БАС в область эксплуатационных ограничений или рекомендуемых режимов после выхода за эксплуатационные ограничения (без превышения предельных ограничений) не должно требовать от внешнего летного экипажа исключительного профессионального мастерства, применения чрезмерных усилий и (или) необычных приемов пилотирования.

12. БАС проектируется и строится таким образом, чтобы в ожидаемых условиях эксплуатации при действиях экипажа в соответствии с Руководством по летной эксплуатации:

1) функциональный отказ, приводящий к возникновению катастрофической ситуации, оценивался как событие не более частое, чем практически невероятное, или чтобы суммарная вероятность возникновения катастрофической ситуации, вызванной функциональными отказами, для БАС в целом не превышала значения, соответствующего  $10^{-7}$  на один час полета;

2) суммарная вероятность возникновения аварийной ситуации, вызванной функциональными отказами, для БАС в целом не превышала  $10^{-6}$  на один час полета. При этом рекомендуется, чтобы любой функциональный отказ, приводящий к аварийной ситуации, оценивался как событие не более частое, чем крайне маловероятное;

3) суммарная вероятность возникновения сложной ситуации, вызванной функциональными отказами, для БАС в целом не превышала  $10^{-4}$  на один час полета. При этом рекомендуется, чтобы любой функциональный отказ, приводящий к сложной ситуации, оценивался как событие не более частое, чем маловероятное.

Все осложнения условий полета и функциональные отказы, приводящие к их возникновению, подлежат анализу с целью отработки соответствующих рекомендаций по действиям экипажа в полете.

Значения вероятностей возникновения особых ситуаций рассчитываются исходя из продолжительности типового полета.

Анализ особых ситуаций проводится с учетом взаимовлияния функциональных систем.

13. Функциональный отказ может быть отнесен к событию практически невероятному, если выполняется одно из следующих условий:

1) указанное состояние является сочетанием двух и более независимых последовательных отказов и возникает с вероятностью менее  $10^{-9}$  на один час полета;

2) указанное состояние является следствием конкретного механического отказа (разрушение, заклинивание) и изготовитель обоснует практическую невероятность возникновения такого состояния анализом конкретной схемы и реальной конструкции, материалами статистической оценки подобных конструкций за длительный период эксплуатации, а также результатами испытаний данной конструкции на прочность, выносливость и живучесть с учетом соответствующих требований, установленных настоящими Нормами БАС, при эксплуатации сертифицируемого объекта в пределах назначенного ресурса и в соответствии с установленными сроками и порядком технического обслуживания.

Если в процессе сертификации показано, что функциональный отказ относится к категории событий практически невероятных, то такое событие может быть исключено из дальнейшего анализа особых ситуаций.

14. Для доказательства соответствия БАС требованиям настоящих Норм БАС применительно к функциональным отказам, вызывающим аварийную ситуацию, выполняется одно из следующих условий:

1) имеющийся опыт позволяет считать это отказное состояние крайне маловероятным, или

2) отказное состояние возникает в результате сочетания двух и более независимых последовательных отказов, или

3) выполнено требование подпункта 2) пункта 14 настоящего приложения.

15. В случае, если функциональный отказ приводит к возникновению сложной или аварийной ситуации и не отнесен к категории практически невероятных, экипажу должна быть обеспечена возможность своевременного обнаружения отказа для выполнения предписанных Руководством по летной эксплуатации действий. В качестве контролируемых параметров, необходимых для обеспечения возможности своевременного обнаружения экипажем отказа, рекомендуется выбирать такие, отклонение которых от нормированного значения не сопровождается возникновением отказа, а предупреждает о его приближении.

16. В случае, если функциональный отказ приводит к возникновению аварийной ситуации и не отнесен к категории практически невероятного, Руководство по летной эксплуатации должно содержать рекомендации, позволяющие экипажу принять все возможные меры для предотвращения перехода аварийной ситуации в катастрофическую.

Указанные рекомендации проверяются в летных испытаниях. В тех случаях, когда летная проверка связана с повреждением БАС, с особо высокой степенью риска или заведомо нецелесообразна, разработанные рекомендации должны подтверждаться результатами анализа опыта эксплуатации других БАС, близких по конструкции к сертифицируемому, а также результатами соответствующих лабораторных, стендовых испытаний, моделирования и расчетов.

17. В случае, если функциональный отказ приводит к возникновению сложной ситуации и не отнесен к категории практически невероятного, Руководство по летной эксплуатации должно содержать указания экипажу по завершению полета в этом случае.

Указания Руководства по летной эксплуатации по действиям в сложных ситуациях проверяются в летных испытаниях и не должны требовать от экипажа чрезмерных усилий и необычных приемов пилотирования.

18. В случае, если функциональный отказ приводит к возникновению усложнения условий полета, Руководство по летной эксплуатации должно содержать указания экипажу по продолжению полета, методам эксплуатации систем и парированию неисправностей в полете.

Если при этом функциональный отказ влияет на пилотирование, то рекомендации Руководства по летной эксплуатации проверяются летными испытаниями.

19. БАС должно иметь не менее одного двигателя.

Любой отказ систем обеспечения работы силовой установки (топливной, масляной, электрической) не должен приводить к отказу более чем одного двигателя.

20. В случае последовательного отказа или самопроизвольного выключения всех двигателей на высоте крейсерского полета характеристики систем управления, а также характеристики БАС должны обеспечивать возможность выполнения снижения, выравнивания и приземления (приводнения). В этом случае не рассматриваются отказы двигателей типа их заклинивания.

21. Состав внешнего летного экипажа БАС (количество членов экипажа и их профессиональный состав) должен обеспечивать выполнение всех предписанных Руководством по летной эксплуатации операций в течение располагаемого на каждом этапе полета времени, при этом число лиц, допущенных к пилотированию, должно быть не менее двух. У пульта дистанционного пилотирования или станции внешнего пилота должно быть не менее двух рабочих мест, обеспечивающих возможность пилотирования с любого из них на всех этапах полета.

22. На БАС при отказе генераторов электроэнергии, установленных на маршевых двигателях, должно быть обеспечено функционирование приемников электроэнергии, необходимых для безопасного продолжения полета и посадки в соответствии с Руководством по летной эксплуатации на аэродром вылета, назначения или ближайший запасной аэродром, в том числе для:

- 1) пилотирования БАС и навигации;
- 2) работы систем жизнеобеспечения и пожаротушения;
- 3) работы средств, предупреждающих внешний летный экипаж о приближении или достижении эксплуатационных ограничений;

4) работы системы сбора полетной информации.

При определении соответствия БАС общим требованиям летной годности необходимо использовать:

таблицу соответствия;

эксплуатационную документацию;

описание основных принципов, заложенных в конструкции БАС, и его функциональных систем, а также способов осуществления этих принципов в реальной конструкции;

результаты анализа возможных причин и вероятностей возникновения сложной, аварийной и катастрофической ситуации, обусловленных летной годностью;

результаты расчетов, а также стендовых, лабораторных и летных испытаний БАС и его функциональных систем, подтверждающие соответствие БАС требованиям, изложенным в настоящих Нормах БАС;

результаты анализа опыта эксплуатации БАС - прототипов и их модификаций, результаты анализа технологии технического обслуживания БАС.

23. Конструкция БАС и его систем должна обеспечивать возможность выполнения всех работ, предусмотренных эксплуатационной документацией.

24. Конструктивное выполнение изделий (штуцеров, трубопроводов, разъемов коммуникаций) в сочетании с маркировкой должно исключать возможность их неправильного монтажа, сборки и регулировки при техническом обслуживании.

25. Эксплуатационная документация по номенклатуре, оформлению и содержанию должна соответствовать сертифицируемому типу БАС и документам общего назначения, определяющим правила технической эксплуатации.

26. Указания и рекомендации, изложенные в эксплуатационной документации, должны быть сформулированы четко, и не допускать возможности неоднозначного их толкования.

### **Глава 3. Требования к Руководству по летной эксплуатации БАС**

27. Руководство по летной эксплуатации должно содержать ограничения, рекомендации, другие сведения по летной эксплуатации, технике пилотирования и включает в себя:

1) общие положения;

2) ограничения;

3) действия в особых случаях полета;

4) нормальные правила эксплуатации;

5) летно-технические характеристики;

6) указания по выполнению режима экстренного снижения;

7) сведения о летных характеристиках;

8) характеристику устойчивости и управляемости;

9) методы пилотирования в ожидаемых условиях эксплуатации;

10) безопасную скорость взлета;

- 11) рекомендуемые режимы полетов, работы двигателей, систем и агрегатов;
- 12) скорость подъема передней стойки шасси (при наличии);
- 13) скорость начального набора высоты со всеми работающими двигателями;
- 14) действия внешних пилотов во всех предусмотренных для эксплуатации случаях полета;
- 15) характеристики расхода топлива, необходимые для определения основного запаса топлива в пределах ожидаемых условий эксплуатации данного типа БАС;
- 16) характеристики набора высоты со всеми работающими двигателями по полному градиенту;
- 17) материалы (номограммы, таблицы и графики), позволяющие легко и быстро устанавливать максимальную допустимую взлетную (посадочную) массу и взлетные (посадочные) характеристики БАС;
- 18) характеристики полета по маршруту в зависимости от ожидаемых условий эксплуатации;
- 19) приложения.

28. Руководство по летной эксплуатации должно соответствовать настоящим Нормам БАС, а также документам метеорологического и аэродромного обеспечения, действующим на воздушных линиях и аэродромах, на которых предусматривается эксплуатация БАС данного типа, Руководству по технической эксплуатации БАС и Программе (регламенту) технического обслуживания и ремонта.

29. Указания и рекомендации Руководства по летной эксплуатации, касающиеся выполнения полетов и действий экипажа, в том числе и при возникновении особых ситуаций, должны быть подтверждены результатами соответствующих летных испытаний БАС.

На всех этапах полета БАС не должно обладать особенностями, способствующими произвольному выводу его за эксплуатационные ограничения, установленные в Руководстве по летной эксплуатации.

30. Предписанные Руководством по летной эксплуатации методы пилотирования не должны требовать чрезмерно высокой квалификации внешнего пилота, чрезмерного внимания и большого физического напряжения.

## **Глава 4. Летные особенности**

### **Параграф 1. Летные характеристики, устойчивость и управляемость БАС**

31. Требования к летным характеристикам, характеристикам устойчивости и управляемости при отказавших двигателях рассматриваются в главе 5 настоящих Норм БАС при отказавшем критическом двигателе.

32. В Руководстве по летной эксплуатации для определения взлетно-посадочных характеристик и соответствующих ограничений должны учитываться 50 % встречной, 150 % попутной и 100 % боковой составляющей скорости ветра.

33. При оценке летной годности в случае возникновения различных отказов и связанных с ними нарушений режимов полета рассматриваются условия дистанционного пилотирования и поведение БАС с учетом запаздывания действий членов экипажа при вмешательстве в управление БАС для парирования этого отказа.

34. Запаздывание действий члена внешнего экипажа определяется интервалом времени между моментом обнаружения отказа (нарушения режима полета) и началом действия этого члена внешнего экипажа для парирования данного отказа (нарушения режима полета).

Момент обнаружения отказа определяется по распознаваемому внешним экипажем изменению какого-либо параметра движения БАС или при помощи средств сигнализации отказов, поступающих на ПДП или СВП.

35. При определении в летных испытаниях взлетно-посадочных характеристик фактические траектории могут быть получены из непрерывно выполненных режимов, либо составленных из отдельных участков.

При составлении траекторий из отдельных участков необходимо, чтобы:

- 1) границы каждого участка были четко определены изменением конфигурации БАС, тяги (мощности) двигателей, скорости полета;
- 2) траектория была проверена в непрерывном режиме, и было видно, что траектория, построенная из отдельных участков, согласуется с траекторией непрерывно выполненных режимов.

36. При пересчете результатов летных испытаний заданные атмосферные условия должны быть приведены к стандартным по таблице Международной стандартной атмосферы.

Зависимость температуры воздуха от высоты в стандартных условиях и зависимость температуры от высоты для высокотемпературных и низкотемпературных условий, принятые в Международной организации гражданской авиации ИКАО (DOC-9051-AM/896).

## **Параграф 2. Длины разбега и дистанции взлета**

37. Длины разбега и дистанции взлета должны подтверждаться в следующих условиях:

- 1) при всех работающих двигателях:

режимы работы двигателей должны соответствовать установленным в Руководстве по летной эксплуатации для взлета, при работающих агрегатах силовой установки и систем БАС, приводимых в действие при взлете;

безопасная скорость взлета  $V_2$  должна достигаться до высоты 10,7 м над уровнем взлетно-посадочной полосы в точке отрыва БАС;

начало уборки шасси должно производиться на высотах не менее 3-5 м над уровнем взлетно-посадочной полосы в точке отрыва БАС;

конфигурация БАС (кроме уборки шасси, при необходимости) должна оставаться неизменной;

2) при отказе одного двигателя дополнительно должно выполняться следующее:

на БАС с турбовинтовыми двигателями не допускается вмешательство экипажа в управление воздушным винтом;

для операций, выполняемых членами внешнего экипажа по команде внешнего пилота, вводится интервал времени в 1 секунду с момента дачи команды до момента начала ее выполнения.

38. Потребная длина разбега должна быть не менее чем:

1) 1,15 суммы длины разбега и 1/2 расстояния по горизонтали от точки отрыва БВС до точки траектории, находящейся на высоте 10,7 м (над уровнем взлетно-посадочной полосы в точке отрыва БАС), при взлете со всеми работающими двигателями;

2) сумма длины разбега и 1/2 расстояния по горизонтали от точки отрыва до точки траектории, находящейся на высоте 10,7 м (над уровнем взлетно-посадочной полосы в точке отрыва БАС), при взлете с отказом одного двигателя (продолженном взлете).

39. Потребная дистанция взлета должна быть не менее чем:

1) 1,15 дистанции нормального взлета;

2) дистанции продолженного взлета с отказом одного двигателя.

40. Потребная дистанция прерванного взлета должна быть не менее дистанции прерванного взлета.

### **Параграф 3. Запас топлива на полет**

41. Компенсационный запас топлива должен устанавливаться с учетом всех составляющих. При отсутствии достоверных данных по обоснованию количественных характеристик, составляющих компенсационный запас топлива, масса устанавливаемого компенсационного запаса топлива должна быть не менее 3 % от массы основного запаса топлива.

42. Резервный запас топлива должен устанавливаться как сумма составляющих. В качестве расчетной точки, с которой выполняется полет на запасной аэродром, устанавливается высота принятия решения при заходе на посадку на аэродром назначения. Расчетные зависимости резервного запаса топлива от удаленности аэродромов, продолжительности ожидания на высоте 400 м и от посадочной массы БАС должны быть приведены в Руководстве по летной эксплуатации.

43. Потребный запас топлива должен обеспечивать возможность продолжения полета и посадки либо на аэродроме вылета, либо на аэродроме назначения, либо на ближайшем запасном аэродроме в случае возникновения в любой точке маршрута отказов функциональных систем БАС, непосредственно приводящих к ухудшению характеристик расхода топлива или вынужденному изменению плана полета.

44. Минимальный аэронавигационный запас топлива устанавливается в Руководстве по летной эксплуатации в соответствии с действующими инструкциями по производству полетов.

#### **Параграф 4. Посадочная дистанция**

45. Посадочная дистанция должна определяться для посадки со всеми нормально работающими двигателями, а также при одном отказавшем двигателе, если его отказ приводит к снижению эффективности средств торможения и (или) необходимости изменения (ограничения) посадочной конфигурации в следующих условиях:

установившееся снижение на участке захода на посадку до высоты 15 м должно производиться с градиентом снижения, не превышающим 5 %;

начиная с момента пролета высоты 15 м (над уровнем взлетно-посадочной полосы в точке ожидаемого касания БАС) и до момента спустя не менее 2 секунды после касания должна сохраняться неизменной посадочная конфигурация БАС (за исключением случаев автоматического изменения конфигурации);

для операций, выполняемых членами внешнего экипажа, вводится интервал времени в 1 секунду с момента подачи команды до момента начала ее выполнения;

посадка должна производиться без чрезмерных вертикальных ускорений и должна быть мягкой, с вертикальной скоростью снижения БАС непосредственно перед касанием взлетно-посадочной полосы не более 1,5 м/с, без появления тенденции к повторному взмыванию, капотированию, рысканию и другим нежелательным явлениям;

торможение колес шасси должно производиться только после касания БАС взлетно-посадочной полосы, при этом не должны использоваться средства аварийного торможения БАС;

дополнительные средства торможения БАС, например реверсирование тяги двигателя, могут применяться только, если доказано, что они действуют безопасно, надежно и применение их в массовой эксплуатации позволит получать устойчивые результаты без заметного ухудшения характеристик управляемости БАС и необходимости применения особого мастерства или напряжения экипажа.

Если эти дополнительные средства торможения приводятся в действие не автоматически и летными испытаниями не доказано, что их применение до касания не может приводить к нежелательным последствиям, то начало их применения допускается не ранее, чем через 3 секунды после касания БАС взлетно-посадочной полосы.

Для БАС со скоростями захода на посадку менее 200 км/ч допускается определять посадочную дистанцию с высоты:

- 1) 9 м при градиенте снижения 5 %;
- 2) 15 м при градиенте снижения более 5 %, но не более 10 %.

46. Потребная посадочная дистанция для сухой взлетно-посадочной полосы должна быть не менее:

1) посадочной дистанции при выполнении посадки со всеми нормально работающими двигателями, умноженной на коэффициент:

1,67 - для основных аэродромов;

1,43 - для запасных аэродромов;

2) посадочной дистанции при выполнении посадки с одним отказавшим двигателем.

47. Потребная посадочная дистанция для покрытой атмосферными осадками взлетно-посадочной полосы должна быть не менее:

1) посадочной дистанции при посадке со всеми работающими двигателями и рассматриваемом состоянии поверхности взлетно-посадочной полосы, умноженной на коэффициент 1,43;

2) потребной посадочной дистанции.

48. Потребная посадочная дистанция для влажной взлетно-посадочной полосы в том случае, когда в летных испытаниях определение посадочной дистанции на влажной взлетно-посадочной полосе не производилось, должна представлять собой потребную посадочную дистанцию для сухой взлетно-посадочной полосы, умноженной на коэффициент 1,15.

## **Параграф 5. Движение БАС по аэродрому**

49. В процессе движения БАС по аэродрому (на рулении, разбеге, прерванном взлете и пробеге) при внешнем пилотировании в соответствии с Руководством по летной эксплуатации должна обеспечиваться возможность движения БАС в пределах установленной для него взлетно-посадочной полосы без выкатывания на боковые полосы безопасности и за концевые полосы безопасности во всем диапазоне ожидаемых условий эксплуатации, как при нормальной работе всех систем, так и при возникновении отказов, влияющих на движение по аэродрому, более частых, чем крайне маловероятные.

50. БАС должно обладать достаточной управляемостью на разбеге и пробеге для выдерживания заданного направления движения по аэродрому без применения несимметричного управления тормозами и двигателями при максимальных значениях бокового ветра и всех состояниях взлетно-посадочной полосы, разрешенных для эксплуатации. Тенденция к неуправляемому развороту, «козлению» и тому прочее должна отсутствовать.

51. В случае если в Руководстве по летной эксплуатации рекомендована методика посадки с углом упреждения (углом между осью БАС и вектором путевой скорости), для БАС, имеющих обычную схему шасси (носовая опора и неповоротные главные стойки), управляемость на основных колесах с поднятой носовой опорой должна быть достаточной для устранения угла упреждения. Требование настоящего пункта должно обеспечиваться во всем диапазоне ожидаемых условий эксплуатации.

52. Для БАС, имеющих обычную схему шасси, для которых рекомендована методика посадки с углом упреждения, управляемость на пробеге с опущенной передней опорой должна быть достаточной для устранения угла между осью БАС

и вектором путевой скорости, равного по величине углу упреждения при заходе на посадку и выдерживании заданного направления движения. Указанное требование должно обеспечиваться во всем диапазоне ожидаемых условий эксплуатации.

53. При отказах систем БАС, относящихся к событиям более частым, чем крайне маловероятные, и влияющих на движение по аэродрому, БАС должно обладать достаточной управляемостью для выдерживания заданного ему направления движения. В этих случаях допускается использование несимметричного управления тормозами и двигателями.

Указанное требование должно обеспечиваться при максимальных значениях бокового ветра и всех состояниях взлетно-посадочной полосы, разрешенных для эксплуатации.

## **Параграф 6. Прочность конструкции БАС**

54. Для расчета и статических испытаний БАС выбран ряд положений (режимов эксплуатации) БАС, обуславливающих наиболее тяжелые условия нагружения различных его частей (крыла, оперения, шасси). Эти положения (режимы эксплуатации) называются случаями нагружения. Каждый случай нагружения имеет свое буквенное обозначение, причем, если одно и то же положение (режим эксплуатации) БАС обуславливает расчет нескольких его частей, в требованиях к прочности для каждой его части повторяется один и тот же случай нагружения, обозначаемый, как правило, одной и той же буквой, но с различным для каждой части индексом. Для некоторых частей БАС, кроме того, заданы расчетные условия, то есть условия, необходимые для определения нагрузок, действующих на рассматриваемую часть при выполнении БАС тех или иных маневров в воздухе и на земле, при полете в беспокойном воздухе, при взлете и посадке. Если элементы оборудования или функциональных систем БАС включаются в работу основной силовой конструкции при ее деформациях, то эти элементы должны быть проверены на прочность на случаи нагружения частей БАС, на (внутри) которых они расположены, в сочетании с одновременно действующими нагрузками, связанными с функциональным назначением элементов оборудования или систем.

55. Требования к прочности относятся к БАС обычной схемы с хвостовым оперением. Для БАС иной схемы необходимые уточнения должны быть разработаны изготовителем и согласованы с компетентным органом государства-изготовителя.

## **Параграф 7. Определение расчетных нагрузок**

56. Статическая прочность конструкции БАС и отдельных его частей проверяется на расчетные нагрузки. Определяются эксплуатационные нагрузки  $P_{э}$ , которые характеризуют предельно возможный в эксплуатации уровень нагружения. Расчетные нагрузки  $P_{р}$  определяются с помощью умножения

эксплуатационных нагрузок на соответствующий коэффициент безопасности  $f$  т.е.  $P_p = fP_{\text{э}}$ .

Коэффициент безопасности принимается равным 1,50, если для рассматриваемого случая (случаев) нагружения нет специального указания об установлении иной величины коэффициента безопасности.

В требованиях данной главы предусмотрено введение дополнительных коэффициентов безопасности  $f_{\text{дон}}$  для отдельных частей (элементов) конструкции. Статическая прочность этих частей (элементов) должна быть проверена на расчетную нагрузку, умноженную на наибольшее из значений  $f_{\text{дон}}$ , относящихся к данной части (элементу).

57. Конструкция в целом должна выдерживать расчетные нагрузки без разрушения в течение не менее трех секунд. Если прочность конструкции подтверждается динамическими испытаниями, имитирующими реальные условия нагружения, данное требование не применяется.

58. При определении аэродинамических нагрузок, величину аэродинамической нагрузки и ее распределение по различным частям БАС следует определять по материалам испытаний моделей БАС в аэродинамических трубах. Испытания моделей в аэродинамических трубах должны проводиться при различных углах атаки и скольжении, углах отклонения органов управления и механизации так, чтобы охватить диапазон изменений углов, рассматриваемый в соответствующих случаях нагружения. При отсутствии таких материалов разрешается определять величину аэродинамической нагрузки и ее распределение по материалам испытаний в аэродинамических трубах моделей ДПВС, близких к рассматриваемому, или на основе соответствующих расчетов. Величина нагрузки должна быть установлена изготовителем.

59. При определении величины и распределения нагрузки следует учитывать влияние сжимаемости воздуха. При числе  $M$  полета, большем 0,70, распределение нагрузки должно быть получено вплоть до числа  $M$ , больше рассматриваемого на 0,05. ( $M$  - число Маха, отношение скорости БАС, движущегося в газовой среде (воздухе) к скорости звука в данной среде). На основании материалов этих испытаний для расчета должно быть выбрано распределение нагрузки по размаху и по хорде (контур) при числе  $M$ , наиболее неблагоприятном по условиям прочности.

60. В случаях, когда упругие деформации конструкции БАС приводят к увеличению нагрузок на его агрегаты, необходим учет влияния этих деформаций. При наличии достаточных данных учитывается влияние упругих деформаций конструкции БАС на распределение аэродинамической нагрузки и на аэродинамические коэффициенты БАС также в том случае, когда это ведет к уменьшению нагрузок.

61. Если проверка прочности БАС в случаях нагружения при полете в беспокойном воздухе или при посадке производится на нагрузки, определенные с учетом влияния динамичности нагружения, соответствующие случаи нагружения крыла, фюзеляжа, установок под двигатели.

62. При учете влияния автоматических систем, если нагрузки определяются путем расчета движения БАС (например, при определении динамических нагрузок

при полете в беспокойном воздухе, при определении маневренных нагрузок на оперение), должно быть принято во внимание влияние имеющихся на БАС автоматических систем.

63. При учете влияния износа, если износ деталей подвижных соединений отдельных элементов конструкции БАС может привести к снижению прочности и (или) к увеличению нагрузок, расчет на прочность этих элементов должен проводиться с учетом максимально допустимого износа трущихся поверхностей.

64. Там, где таких указаний нет или они недостаточно полны, чтобы однозначно уравновесить БАС, следует пользоваться указаниями, приведенными ниже.

Если по смыслу рассматриваемого случая нагружения не очевидно, что равновесие БАС осуществляется с участием аэродинамических сил (помимо сил, задаваемых при описании случая нагружения), уравнивание следует производить с помощью инерционных сил.

В ряде случаев нагружения наличие аэродинамических сил, помимо тех, которые действуют на рассматриваемую часть, является явным: например, наличие угла скольжения в случаях нагружения вертикального оперения вызывает появление аэродинамических сил на всем БАС и они должны учитываться при определении инерционных сил, необходимых для уравнивания.

Если нагрузки определяются из рассмотрения движения БАС (например, при расчете маневренных нагрузок на оперение, при расчете динамического действия нагрузок), аэродинамические и инерционные нагрузки, действующие на рассматриваемую часть и на БАС в целом, определяются на основе полученных из расчетов параметров движения (углов атаки и скольжения, линейных и угловых скоростей и ускорений).

В случаях нагружения горизонтального оперения уравнивающей нагрузкой, хотя и ясно, что равновесие БАС относительно поперечной оси осуществляется (помимо силы тяжести) аэродинамическими силами, которые могут быть получены из испытаний в аэродинамических трубах, однако, если материалы испытаний на распределение давления по крылу и фюзеляжу не согласуются с материалами весовых испытаний модели БАС без горизонтального оперения, для уравнивания моментов относительно этой оси разрешается добавлять условные силы. Это можно делать также, если отсутствуют или имеются в недостаточном объеме материалы испытаний на распределение давлений и приходится пользоваться другими, приближенными методами. Такой же способ уравнивания можно применять в других аналогичных случаях. Условные силы, прикладываемые для уравнивания, следует выбирать так, чтобы они не снижали нагрузки на рассматриваемую часть БАС. Разрешается пользоваться условными силами также тогда, когда более точное уравнивание приводит к изменению нагрузок на крыло, предусмотренных случаями его нагружения.

На действие сил, участвующих в уравнивании для какого-либо случая нагружения части БАС (если они не являются условными), необходимо проверить также другие части БАС, для которых эти силы могут оказаться расчетными. При этом, если не оговорено иное, коэффициент безопасности принимается в соответствии с рассматриваемым случаем нагружения.

Помимо случаев нагружения, заданных для различных частей БАС, следует рассмотреть возможные случаи торможения и разгона БАС. Возникающие при этом инерционные силы должны быть учтены при определении прочности тех частей БАС, для которых эти силы являются существенными. Это относится, в частности, к прочности баков, поскольку давление в них зависит от инерционных сил.

## Параграф 8. Расчетная масса БАС

65. За расчетную взлетную массу БАС  $m_{взл}$  принимается максимальная масса БВС (в начале разбега) в условиях нормальной эксплуатации при всех предусмотренных вариантах нагрузки.

66. Полетная масса БВС  $m_{пол}$ , при которой следует проводить проверку прочности в полетных случаях нагружения в соответствии с заданными в этой главе условиями, рассматривается в диапазоне от расчетной взлетной массы за вычетом наименьшего количества топлива, израсходованного к моменту достижения той или иной конфигурации и высоты полета, до массы БАС без топлива.

67. Расчетная посадочная масса  $m_{пос}$  устанавливается изготовителем, но принимается не менее массы БАС с нормальной коммерческой нагрузкой и минимальным аэронавигационным запасом топлива. В Руководстве по летной эксплуатации должно быть указано, что посадки, как правило, не должны производиться с массой, большей чем  $m_{пос\ max} = 1,1 m_{пос}$  ( $m_{пос\ max}$  - максимальная посадочная масса БВС), а число посадок с массой более  $m_{пос\ max}$  вплоть до  $m_{взл}$  должно составлять не более 3 % всего числа посадок.

Значение расчетной посадочной массы рекомендуется выбирать так, чтобы отношение  $m_{взл}/m_{пос}$  было не более 1,5.

68. Для расчетной взлетной, полетной и расчетной посадочной массы должны быть рассмотрены различные варианты загрузки БАС, возможные в эксплуатации.

## Параграф 9. Скорость БВС

69. За максимальную эксплуатационную скорость  $V_{max}$  э принимается скорость, которую пилот в нормальной эксплуатации не должен преднамеренно превышать как в режиме горизонтального полета, так и при наборе высоты и при снижении.

70. Расчетная предельная скорость  $V_{max\ max}$  устанавливается исходя из возможности непреднамеренного превышения скорости  $V_{max}$  э как за счет ошибок пилотирования, так и вследствие встречи БАС со значительными атмосферными возмущениями.

Должно быть показано расчетом не превышение скорости  $V_{max\ max}$  при выполнении следующего маневра.

Принимается, что БАС из установившегося горизонтального полета со скоростью  $V_{max}$  э перешел на снижение с углом наклона траектории  $7,5^0$  и через двадцать (20) секунд выводится из снижения, не превышая  $n_y = 1,5$ . Режим работы двигателей при снижении сохраняется таким же, что и до начала снижения. При наличии конструктивных устройств, автоматически изменяющих сопротивление БВС или тягу двигателей, разрешается учитывать их при анализе траектории снижения. В момент начала кабрирования допускается уменьшение тяги двигателей и применение аэродинамических тормозных устройств, управляемых пилотом.

## **Глава 5. Конструкции БАС**

### **Параграф 1. Компоновка пульта дистанционного управления или станции внешнего пилота (оператора)**

71. Требования настоящей главы распространяются на компоновку пульта дистанционного управления или станции внешнего пилота (оператора).

Компоновка пульта дистанционного управления или станции внешнего пилота (оператора) должна обеспечивать членам внешнего экипажа при заданном его составе:

удобное размещение всех членов экипажа на рабочем месте с соблюдением антропометрических требований;

возможность эффективно выполнять функциональные обязанности на всех режимах полета, предусмотренных Руководством по летной эксплуатации.

72. Для каждого члена внешнего экипажа должно быть предусмотрено наличие рабочего места.

73. Внешним пилотам должен быть обеспечен незатененный, неискаженный и достаточно широкий обзор данных БАС, обеспечивающий удобство пилотирования при всех маневрах и на всех режимах в ожидаемых условиях эксплуатации. Рабочие места внешних пилотов должны иметь средства, обеспечивающие контроль нахождения глаз пилотов в условном положении на линии визирования. Должны быть исключены блики и отражения, если они затрудняют обзор, днем и ночью в зависимости от ожидаемых условий эксплуатации.

74. Все надписи должны располагаться у тех элементов, к которым они относятся, и быть хорошо видимы и различимы днем и ночью в зависимости от ожидаемых условий эксплуатации. Текстовые сокращения надписей не должны допускать неоднозначность толкования их смысла.

### **Параграф 2. Размещение органов управления БАС, силовой установкой и оборудованием на рабочих местах внешнего экипажа**

75. Все органы управления БАС, силовой установкой и оборудованием, размещаемые на рабочих местах членов внешнего экипажа должны быть достигаемы для них и видимы с их рабочих мест.

76. Наиболее часто используемые органы управления, в том числе органы управления, используемые во время наиболее сложных этапов полета (например, при заходе на посадку и посадке), а также в сложной и аварийной ситуациях должны располагаться в наилучших, с точки зрения достигаемости и обзора, зонах рабочей области каждого члена экипажа.

77. Расположение органов управления, форма и размеры их рукояток или кнопок должны обеспечивать быстрое их опознавание и безошибочные действия во всех условиях пилотирования и особых ситуациях.

Разные по назначению органы управления должны отличаться друг от друга (например, формой, цветом). Рукоятки или кнопки аварийных органов управления или их защитные устройства должны быть окрашены в красный цвет. Допускается его сочетание с другим цветом.

78. При размещении органов управления, случайное перемещение которых может привести к особым ситуациям, необходимо предусматривать меры, исключающие возможность непроизвольного (случайного) изменения их положения. Для этого необходимо устанавливать блокировочные устройства, которые не должны мешать пользоваться органами управления и затруднять их опознавание.

79. Рукоятки органов управления, используемые в полете несколькими членами экипажа, должны размещаться в общей для них зоне, либо устанавливаться на рабочих местах тех членов экипажа, в функции которых входит управление этими рукоятками.

80. Направление перемещения органов управления должно соответствовать действию, которое они оказывают на БВС, и находиться в зрительном и функциональном соответствии с показаниями индицирующих приборов.

### **Параграф 3. Работы агрегатов БАС**

81. Настоящие Нормы БАС распространяются на следующие функциональные системы БВС:

- управления;
- шасси;
- торможения колес;
- гидравлические и пневматические;
- противообледенительные;
- сбора полетной информации;
- защиты БАС от атмосферного электричества.

Требования распространяются также на аварийно-спасательное оборудование БВС, эксплуатационную технологичность конструкции, конструкционные материалы, грузовые отсеки.

82. Конструкция БАС, его систем и агрегатов должна соответствовать общим требованиям.

83. Работоспособность агрегатов, функциональных систем должна быть обеспечена в условиях внешних воздействий, имеющих место на БАС в процессе эксплуатации БАС в полете и на земле.

84. Трубопроводы, агрегаты и другие элементы систем должны: обеспечиваться средствами контроля всех крепежных деталей; соединяться арматурой, обеспечивающей необходимую герметичность соединений, в соответствии с эксплуатационной документацией.

85. Конструкция трубопроводов и их элементов функциональных систем БАС должна:

1) выдерживать без потери нормированной герметичности нагрузки от давления и пульсаций рабочего тела системы, вибрации, монтажные и температурные напряжения, деформации конструкции планера, инерционные силы, которые действуют на трубопроводы и их элементы в ожидаемых условиях эксплуатации БАС в пределах установленного для этих трубопроводов назначенного ресурса;

2) подвергаться испытаниям на герметичность, плотность (опрессовке) и прочность.

Испытания на усталость отдельных трубопроводов и их элементов, отказ которых может привести к ситуации хуже усложнения условий полета, должны базироваться на нагрузках, действующих в реальной эксплуатации БАС, и учитывать как нагрузки от рабочего тела системы, так и внешние нагрузки;

3) иметь подтвержденный расчетом и (или) испытаниями на выносливость назначенный ресурс;

4) обеспечивать гарантированные зазоры с конструкцией БАС, ее подвижными элементами, а также иметь элементы, компенсирующие возможные деформации трубопроводов.

86. Все устройства, непреднамеренное срабатывание которых может привести к нежелательным последствиям (особой ситуации), должны быть защищены от их случайного срабатывания.

#### **Параграф 4. Требования к температурной прочности и статическим испытаниям**

87. БАС, подвергающихся сколько-нибудь значительным температурным воздействиям от двигателя, должна быть проверена с учетом влияния этих воздействий. Прочность панелей конструкции БАС, соприкасающихся с выходящей струей двигателя, должна быть определена с учетом влияния этой струи на величину нагрузок, а также с учетом влияния вызванных ею температур.

88. Статические испытания опытного и серийных БАС следует проводить по специальным программам.

89. В программу испытаний должны быть включены случаи нагружения, а также испытания всех частей и элементов конструкции летательного аппарата, для которых расчет на прочность не дает надежного решения.

90. В процессе статических испытаний при нагружении до 67% расчетных нагрузок должна проводиться тщательная тензометрия в объеме, достаточном для обследования напряженного состояния конструкции БАС.

91. Статические испытания частей БАС должны проводиться, как правило, до 100% расчетных нагрузок или до разрушения. Случаи нагружения, испытания на которые следует проводить до разрушения, выбираются на основе расчетов и опыта проектирования с учетом целесообразной очередности проведения статических испытаний различных частей БАС.

При необходимости проверки какой-либо части БАС при статических испытаниях на несколько расчетных случаев, в которых при 100 % расчетной нагрузки напряжения в отдельных элементах близки к разрушающим, следует доводить нагрузку до 100% в одном из расчетных случаев, а в остальных до 90-80 % расчетной нагрузки. При этом, когда испытания проводятся до 80 % расчетной нагрузки, напряженное состояние должно обследоваться путем тензометрии при нагрузках, превышающих 67 % расчетных.

92. Прочность тех панелей и элементов конструкции БАС, для которых расчет показывает существенное влияние повышенных температур, должна проверяться статическими испытаниями, как с нагревом, так и без нагрева.

#### **Параграф 5. Требования к обеспечению безопасности полета по условиям усталостной прочности конструкции**

93. Конструкция БАС должна быть такой, чтобы под воздействием повторяющихся в эксплуатации нагрузок и температур в течение определенной наработки (назначенного ресурса) ее повреждения, которые могут непосредственно привести к катастрофической ситуации, были практически невероятными.

Удовлетворение этому требованию, помимо создания соответствующей конструкции БАС, должно обеспечиваться производственно-технологическими процессами изготовления и ремонта, техническим обслуживанием и соблюдением установленных правил и условий эксплуатации и подтверждаться результатами расчетов, исследованием фактических условий эксплуатации, в том числе действующих нагрузок, результатами лабораторных испытаний на выносливость и живучесть (безопасность повреждения) и опытом эксплуатации БАС данного типа и (или) БАС аналогичных типов.

При установлении ресурса должны учитываться влияние износа и возможное снижение прочностных характеристик конструкции, вызываемое температурными воздействиями, коррозией, а также другими изменениями свойств конструкции, связанными со временем, условиями эксплуатации и хранения. В процессе эксплуатации должен осуществляться систематический контроль состояния конструкции, обеспечивающий выявление контролируемых факторов, приводящих

к недопустимому снижению усталостной прочности конструкции (коррозия, износ, случайные механические повреждения).

Ресурс конструкции БАС устанавливается по ресурсу конструктивных элементов, разрушение или появление повреждений в которых может непосредственно привести к катастрофической ситуации. Разрушения или повреждения в элементах конструкции, непосредственно не угрожающие безопасности полета, могут не приниматься во внимание при установлении ресурса всей конструкции.

Если для отдельных элементов конструкции, которые могут быть заменены в процессе эксплуатации, имеется свой ресурс, для конструкции в целом ресурс следует устанавливать без учета ресурса этих элементов.

94. Обеспечение достаточной выносливости БАС для опасных по усталостной прочности мест конструкции, устанавливаемых на основе расчетов и имеющегося опыта, должно предусматриваться (с учетом требуемого ресурса) уже на стадии проектирования. При этом должно быть обращено внимание на выбор соответствующего материала, общую напряженность конструкции, максимальное возможное снижение концентрации напряжений, рациональность технологии изготовления элементов конструкции и их сборки, надежность системы контроля качества изготавливаемой продукции, а также на максимальное повышение выносливости на основе использования соответствующих конструктивно-технологических мероприятий.

Эффективность мероприятий должна проверяться лабораторными испытаниями на выносливость отдельных конструктивных элементов (узлов, стыков, панелей, отсеков).

95. При проектировании БАС следует предусматривать меры, обеспечивающие живучесть (безопасное повреждение) основной силовой конструкции, а именно:

по возможности должны быть обеспечены условия осмотра или инструментального контроля основных силовых элементов конструкции в процессе эксплуатации БАС, особенно в местах повышенной концентрации напряжений и вероятных зонах возникновения усталостных повреждений;

должно быть обеспечено, возможно, более медленное развитие вероятных усталостных повреждений с тем, чтобы остаточная прочность и жесткость конструкции вплоть до момента падежного обнаружения повреждения при осмотре (инструментальном контроле) были достаточны для безопасной эксплуатации БАС;

для мест конструкции, недоступных для осмотра (инструментального контроля) в процессе эксплуатации либо характеризующихся неприемлемо высокой скоростью развития усталостных повреждений, а также для тех мест, усталостное повреждение которых может привести к опасным аэроупругим явлениям (флаттер, дивергенция).

96. По результатам работ в процессе проектирования должен быть проведен анализ возможности и условий (мероприятий) отработки БАС требуемого ресурса на основе расчетной оценки усталостной прочности конструкции и прогноза возможных мест возникновения усталостных повреждений.

97. Безопасность конструкции по условиям усталостной прочности подтверждается на следующих этапах эксплуатации БАС:

1) перед началом регулярной эксплуатации при установлении начального назначенного ресурса;

2) в процессе эксплуатации по мере выработки ранее установленного ресурса. При этом проводится последовательное (поэтапное) установление увеличенных значений назначенного ресурса (вплоть до ресурса до списания) на основе повышения достоверности сведений об условиях нагружения конструкции и характеристиках ее усталостной прочности, анализа и учета влияния условий эксплуатации и о мере накопления опыта эксплуатации.

Значения начального назначенного ресурса и ресурса до списания должны соответствовать указанным в ожидаемых условиях эксплуатации.

98. По результатам работ на всех этапах установления назначенных ресурсов, изготовитель и заказчик в установленном порядке вносят соответствующие указания и рекомендации в эксплуатационную и ремонтную документацию.

### **Параграф 6. Установление назначенного ресурса**

99. Назначенный ресурс конструкции БАС, выражаемый количеством летных часов и числом полетов или количеством циклов функционирования, не должен превышать допустимую наработку в эксплуатации:

по условиям выносливости конструкции;

с учетом живучести (безопасного повреждения) конструкции.

100. Допустимая наработка в эксплуатации по условиям выносливости конструкции определяется на основе результатов лабораторных испытаний на выносливость конструкции в целом и (или) таких испытаний на выносливость, которые по условиям нагружения и охвату возможных слабых мест приближаются к условиям испытаний конструкции в целом.

Испытания на выносливость проводятся на совокупность внешних воздействий и переменных нагрузок, соответствующих воздействиям и нагрузкам на рассматриваемую конструкцию в эксплуатации. При невозможности проведения таких испытаний влияние нагрузок и (или) внешних воздействий, не прикладываемых к конструкции, должно быть оценено надежным образом.

Испытаниям на выносливость подвергаются:

крыло, в том числе элероны, закрылки, предкрылки и другие элементы механизации крыла;

оперение (стабилизатор, киль, рули высоты и направления);

фюзеляж;

шасси, в том числе колеса и тормоза;

система управления БАС;

установки под двигатели.

Испытаниям на выносливость должны подвергаться также и другие части конструкции, агрегаты и установки, входящие в основную силовую схему

конструкции, если их разрушение в полете или при движении по земле непосредственно угрожает безопасности полета.

При определении характеристик выносливости приемлемыми расчетно-экспериментальными методами, учитывающими результаты испытаний конструктивных элементов (панелей, узлов), эти методы должны содержать обоснованную величину поправочного коэффициента к долговечности, определяемого с учетом масштабного фактора и степени соответствия напряженно-деформированного состояния натурной конструкции и образца.

К испытаниям на выносливость не допускается конструкция, прошедшая статические испытания.

Программа испытаний на выносливость должна отражать все режимы нагружения, имеющие место в условиях эксплуатации, для которых сочетание величин переменных нагрузок и числа циклов нагружения может повлиять на ресурс.

Если программа испытаний предусматривает нагружение конструкции ограниченным числом ступеней нагрузки, то характеристики выбранных ступеней должны, возможно, ближе соответствовать режимам, нагрузки которых вносят наибольшую долю усталостной повреждаемости. При этом для опасных по усталостной прочности мест конструкции соответствующим расчетом должны быть определены эквиваленты между нагрузками при испытаниях и в эксплуатации с учетом возможного отличия величины эквивалента на стадии до возникновения усталостного повреждения от значения на стадии развития усталостного повреждения, а также с учетом возможного рассеяния параметров условий эксплуатации.

Программа испытаний и величины эквивалентов должны подвергаться уточнению на основе учета опыта эксплуатации и сравнительного анализа результатов лабораторных испытаний на выносливость и данных по техническому состоянию парка БАС.

Программа испытаний на выносливость должна основываться на:

типовом полете (или совокупности типовых полетов совместно с относительной долей их осуществления), включающем режимы буксировки,

выруливания на старт, опробования двигателей на земле, разбега, набора высоты, полета на крейсерском режиме, снижения, захода на посадку, пробега и заруливания на стоянку, с учетом их продолжительности (протяженности) и совокупности других параметров, характеризующих каждый из указанных режимов;

повторяемости нагрузок, вызванных воздействием атмосферной турбулентности, с учетом различных высот полета и разных географических районов, соответствующих трассам эксплуатации БАС;

повторяемости маневренных нагрузок, связанных с условиями и правилами эксплуатации БАС данного типа;

повторяемости нагрузок при посадке, при работе двигателей и при движении по земле (буксировка, руление, разбег, пробег);

повторяемости нагрузок при использовании средств механизации крыла и различных способов торможения БАС в воздухе и на земле, а также при применении и полете различного рода автоматических устройств;

повторяемости избыточного давления в герметической кабине в процессе нормальной эксплуатации и при ее опрессовках после ремонтов.

Программы испытаний конструкции в целом или ее отдельных частей должны также учитывать такого рода нагрузки, как высокочастотные нагрузки от струи винта или реактивного двигателя, от пульсаций аэродинамического давления, нагрузки от неравномерного нагрева конструкции, нагрузки от дисбаланса колес и другие, если на основе проведенного анализа или имеющегося опыта установлено, что эти нагрузки могут повлиять на ресурс рассматриваемой конструкции.

При испытаниях на выносливость подвижных элементов силовой конструкции (система выпуска и уборки шасси, закрылков) должно воспроизводиться необходимое сочетание переменных нагрузок и движения с целью учета влияния износа и коррозии в сочленениях, а также изменений напряженности, связанных с кинематикой движения, если на основе проведенного анализа или имеющегося опыта установлено, что это влияние может оказаться существенным.

Если идентичные конструктивные элементы не доведены до одинакового состояния (до образования усталостного повреждения, до возникновения повреждения определенной величины, до полного или частичного разрушения отдельных конструктивных элементов), определение среднего числа циклов (блоков) и выбор коэффициента должны проводиться по результатам специального анализа.

Если во время испытаний на выносливость разрушается или повреждается какой-либо конструктивный элемент, то его следует заменить новым или провести ремонт поврежденного места. Рекомендуется замена (ремонт) после обнаружения повреждения провести нагружение до определенного приемлемого числа циклов с целью изучения длительности развития повреждения. Испытания должны продолжаться для выявления других критических мест конструкции и проверки эффективности ремонта. При этом наработка замененного или отремонтированного конструктивного элемента отсчитывается с начала его испытаний, а всей остальной конструкции - по суммарному объему испытаний.

Если замена или ремонт вызывают существенное изменение напряженного состояния в элементах остальной конструкции, эти изменения должны быть учтены соответствующим уточнением величин эквивалентов. При невозможности или ненадежности такого учета дальнейшие испытания таких элементов считаются незачетными.

101. Допустимая наработка конструкции в эксплуатации с учетом живучести (безопасного повреждения) определяется на основе лабораторных испытаний на выносливость и живучесть конструкции в целом, соответствующих расчетов выносливости, а также таких лабораторных испытаний на живучесть, которые по условиям нагружения и закрепления приближаются к условиям испытаний конструкции в целом.

Лабораторные испытания на живучесть (безопасность повреждения) проводятся с целью подтверждения того, что остаточная прочность конструкции при возможном ее усталостном повреждении или частичном (полном) разрушении отдельных конструктивных элементов сохраняет величину, необходимую для обеспечения безопасности полета. Места и степень повреждений, создаваемых при лабораторных испытаниях на живучесть, определяются в зависимости от конкретного типа конструкции и возможности обнаружения повреждения в эксплуатации с учетом контролепригодности конструкции и скорости развития повреждений под действием переменных нагрузок, ожидаемых в эксплуатации.

102. Рекомендуются, чтобы объем лабораторных испытаний на выносливость конструкции БАС, проведенных с удовлетворительными результатами, к моменту установления начального назначенного ресурса соответствовал не менее чем однократному (без коэффициента надежности) ресурсу до списания.

Величины нагрузок и их повторяемость в предполагаемых условиях эксплуатации БАС определяются на основе материалов по БАС аналогичных типов, результатов прогноза условий эксплуатации, данных по измерениям нагрузок в процессе проведенных летных испытаний и расчетов.

103. Назначенный ресурс последовательно (по этапам) увеличивается по мере выработки начального или очередного назначенного ресурса на основании:

уточнения характера и условий эксплуатации парка БАС;

уточнения, при необходимости, нагруженности агрегатов БАС по результатам специальных летных испытаний;

накопления статистики по повторяемости перегрузок в центре тяжести при полетах БАС данного типа;

результатов, в случае необходимости, дополнительных лабораторных испытаний на выносливость и живучесть (безопасность повреждений), в том числе конструкций с наработкой в эксплуатации;

опыта эксплуатации БАС данного типа.

## **Глава 6. Двигатель**

### **Параграф 1. Конструкция двигателя**

104. Двигатель вместе с его системами и агрегатами должен быть спроектирован и изготовлен так, чтобы в ожидаемых условиях эксплуатации в течение назначенного ресурса и срока службы отказы с опасными последствиями, приводящие к возникновению катастрофической ситуации, оценивались за час наработки двигателя как события практически невероятные. Подтверждение выполнения этого требования должно проводиться на основе анализа конкретной схемы и реальной конструкции, материалов статистической оценки надежности подобных конструкций за длительный период эксплуатации, а также результатов испытаний данной конструкции.

105. При ожидаемых условиях эксплуатации как на установившихся режимах, так и при переменных процессах (допускаемых конструкцией двигателя и его автоматики) в двигателе не должен возникать помпаж компрессора. Помпаж, возникающий в полете в результате непредвиденных факторов (появление маловероятной неисправности, возможные ошибки экипажа), не должен приводить к отказам двигателя с опасными последствиями.

106. Двигатель должен быть спроектирован так, чтобы возможное при эксплуатации попадание в него посторонних предметов (птиц, воды, дождя, кусков льда и града) не вызывало последствий, при условиях, регламентированных требованиями этого пункта.

107. Двигатель и его агрегаты должны быть спроектированы и изготовлены так, чтобы была обеспечена возможность осмотра, технического обслуживания и замены деталей, агрегатов и других элементов конструкции двигателя в эксплуатации в соответствии с Руководством по технической эксплуатации и Регламентом технического обслуживания двигателя.

108. В целях пожарной защиты двигателя, на двигателе должны быть предусмотрены:

- 1) конструктивные меры, предупреждающие возникновение и распространение пожара;
- 2) система обнаружения перегрева (пожара);
- 3) дренажи для исключения скопления горючих жидкостей и их паров в тех местах на двигателе, где возможно их возгорание;
- 4) устройства экстренного выключения двигателя.

На двигателе должны быть выполнены огнестойкими или защищены от воздействия высоких температур следующие элементы:

элементы органов системы управления выключением двигателя;

трубопроводы или емкости (баки), содержащие топливо, масло или их пары и рабочую жидкость гидросистемы;

электропровода системы управления органами средств выключения двигателя и других систем, которые признаны необходимыми для обеспечения контроля за двигателем во время пожара и после пожара;

воздухопроводы, разрушение которых от действия высокой температуры при пожаре может привести к подаче воздуха в мотогондолу;

трубопроводы и распылительные устройства системы пожаротушения.

Применение в компрессорах двигателя деталей из сплавов на основе титана может быть допущено, если максимальные возможные температуры деталей из этих сплавов не превышают предельных значений:

500 °С - для рабочих лопаток;

330 °С - для лопаток направляющих аппаратов;

300 °С - для внутренних оболочек корпусов и лабиринтов.

Указанная предельная температура для деталей из сплавов титана не распространяется на лабиринты, расположенные на барабанах и дисках ротора под лопатками направляющих аппаратов, если сопрягающиеся детали изготовлены из различных материалов (например, консольные лопатки или внутренние кольца под направляющим аппаратом - из стали, ротор - из титана).

Конструкция компрессора с деталями, изготовленными из сплавов на основе титана, должна удовлетворять следующим требованиям:

исключать возможность трения титановых деталей между собой в нормальных условиях эксплуатации, а также в результате нарушения осевых и радиальных зазоров между статорными и роторными элементами;

иметь внутренние оболочки корпусов и лопатки направляющих аппаратов из стальных или никелевых сплавов, если не выполнено условие.

Двигатели должны быть оборудованы системой подачи огнегасительного вещества во внутренние масляные полости в том случае, если анализом конструкции и опыта доводки двигателя, а также опыта эксплуатации прототипов показано, что пожар во внутренних масляных полостях может возникнуть и при этом не может быть ликвидирован путем выключения двигателя.

Непреднамеренная подача огнегасительного вещества не должна приводить к нарушению нормальной работы двигателя.

Устройства для подачи огнегасительного вещества должны отвечать требованиям.

В Руководстве по технической эксплуатации двигателя должна быть указана последовательность операций при применении огнегасительного вещества.

В компоновке двигателя должно быть предусмотрено:

размещение агрегатов масляной и топливной систем по возможности вне горячей части двигателя;

перепуск воздуха из компрессора и отвод воздуха из полостей суфлирования масляной системы не в подкапотное пространство, а в атмосферу или в наружный контур двухконтурного двигателя.

Для предотвращения возгорания масла, протекшего через масляные уплотнения валов, должна быть обеспечена возможность:

отвода масла из полостей между масляными и воздушными уплотнениями валов через специальный канал;

прекращения подачи масла нагнетающим насосом в случае отказа откачивающих насосов.

В камере сгорания двигателя и его выхлопной трубе должно быть исключено образование застойных зон, в которых может скапливаться топливо при неудавшихся запусках двигателя, и должен быть предусмотрен необходимый дренаж топлива.

109. Для устранения разности электрических потенциалов основных элементов двигателя между ними должны быть обеспечены электрические контакты (металлизация) и предусмотрена возможность электрических контактов двигателя с примыкающими к нему элементами БАС при его установке на БАС.

110. Должен быть проведен анализ причин и последствий функциональных отказов двигателя с учетом истории доводки двигателя и опыта эксплуатации его прототипа или аналога.

По отказам, которые могут иметь опасные последствия, должно быть показано, что в конструкции, технологии изготовления и документации по техническому обслуживанию двигателя предусмотрены специальные меры:

1) по предотвращению таких отказов;

2) по своевременному выявлению и устранению дефектов и повреждений двигателя, которые могут привести к возникновению отказов с опасными последствиями.

111. Должна обеспечиваться взаимозаменяемость двигателей в ожидаемых компоновках силовой установки. В виде исключения может допускаться перестановка отдельных агрегатов или других элементов конструкции двигателя при условии обеспечения их взаимозаменяемости.

112. Детали и агрегаты двигателя должны быть защищены от коррозии и износа в эксплуатации и при хранении соответствующими способами, регламентированными технической документацией.

Консервация и расконсервация двигателя не должны требовать частичной разборки двигателя или демонтажа агрегатов.

113. Детали двигателя, отказ которых может создать опасные последствия, должны маркироваться так, чтобы можно было, используя техническую документацию, получить необходимые сведения об изготовлении этих деталей. В технической документации на изготовление этих деталей должен предусматриваться повышенный объем их контроля.

114. Должно быть показано, что транспортирование двигателя в соответствии с технической документацией не снижает его работоспособности.

115. Двигатель должен оборудоваться стояночным тормозом или другими средствами, предотвращающими вращение воздушных винтов. При наличии стояночного тормоза он должен быть заблокирован с системой запуска турбовинтового двигателя.

## **Параграф 2. Прочность двигателя**

116. Статические и динамические напряжения, деформации и нагрузки в деталях двигателя, а также вибрации в местах его подвески к БВС и крепления агрегатов не должны при данных особенностях конструкции, используемых материалах и принятой технологии изготовления превышать значения, установленные с учетом опыта эксплуатации и результатов специальных испытаний.

117. Обрыв рабочей лопатки компрессора или турбины, а также вторичные явления, возникающие в результате ее обрыва (разрушение других лопаток, увеличение дисбаланса ротора, местное повышение температуры), не должны вызывать опасных последствий.

118. Элементы роторов двигателя, для которых при их разрушении не обеспечена локализация обломков внутри корпусов двигателя (лопатки вентилятора, диски), должны обладать достаточной прочностью, чтобы противостоять максимальным механическим и тепловым нагрузкам, возможным в ожидаемых условиях эксплуатации.

119. Элементы роторов не удерживаемые при разрушении корпусами двигателя (диски, валы, лопатки вентилятора), должны подвергаться неразрушающему контролю на всех этапах производства согласно указаниям

технической документации, в том числе контролю механических свойств материала на образцах, вырезанных из прибыльной части каждой заготовки.

120. Путем анализа отказов и при необходимости соответствующими испытаниями должно быть показано, что разрушение валов турбины или компрессора, их расцепление и смещение относительно прилегающих деталей либо не приводит к отказам с опасными последствиями, либо практически невероятно.

### **Параграф 3. Материалы двигателя**

121. Все материалы, используемые для изготовления деталей двигателя, его систем и агрегатов, должны соответствовать требованиям действующих стандартов, норм и технических условий и должны быть выбраны с учетом действительных условий их работы в двигателе в течение ресурса, а также соответствующих сроков службы и хранения.

Везде, где это возможно, должны применяться материалы, обладающие достаточными антикоррозионными свойствами и износостойкостью.

Обоснование выбора материалов должно включаться в техническую документацию по двигателю.

122. В техническую документацию на двигатель должны включаться данные о допустимых к применению в эксплуатации расходных материалах (основных и резервных топливах и маслах, смазках, специальных жидкостях). Все используемые расходные материалы должны соответствовать действующим стандартам.

123. Для топлив и масел, допущенных к применению на двигателе, должны быть указаны в Руководстве по технической эксплуатации зарубежные аналоги.

124. Выбор материалов для деталей проточной части компрессоров из титановых сплавов должен производиться с учетом требований. Для новых материалов на основе титана специальными испытаниями на образцах или элементах конструкции двигателя должно быть подтверждено отсутствие их самоподдерживающегося горения.

125. Если в конструкции двигателя применены материалы, впитывающие жидкости, которые могут усиливать коррозию или горение, то должны быть разработаны средства защиты этих материалов от пропитки жидкостями.

### **Параграф 4. Технология двигателя**

126. Технология изготовления должна обеспечивать стабильность исходных прочностных характеристик деталей двигателя и качество его сборки.

Принятая и включенная в Руководство по технической эксплуатации технология устранения повреждений элементов газоздушного тракта (например, забоин на лопатках, трещин на деталях реверсивного устройства) должна

обеспечивать сохранение работоспособности двигателя в соответствии с технической документацией на двигатель.

Детали двигателя, требующие определенного положения при сборке, должны иметь соответствующие конструктивные элементы или метки, исключающие возможность их неправильного монтажа.

Элементы крепления и фиксации деталей двигателя должны удовлетворять в условиях производства и ремонта следующим требованиям:

1) конструкция и технология крепления рабочих лопаток компрессора и турбины, не имеющих бандажных полок, должны, как правило, обеспечивать возможность замены отдельных лопаток без снятия других лопаток соответствующей ступени;

2) фиксация деталей в разъемных соединениях двигателя с применением керновки и завальцовки разрешается только в соединениях, где используются детали разового применения, а также в случаях, когда у деталей имеются специальные элементы для повторной завальцовки;

3) в резьбовых соединениях в случае необходимости должны быть предусмотрены меры предупреждения прихватывания деталей по резьбе.

Конструкция и технология монтажа подшипников двигателя должны обеспечивать возможность их многократного демонтажа без повреждения тел и дорожек качения.

Динамическая балансировка роторов двигателя, как правило, должна осуществляться за счет перестановки лопаток и (или) специальных регулировочных элементов. Проведение балансировки роторов путем снятия материала может быть допущено только при изготовлении двигателя.

В случае замены в эксплуатации модулей двигателя (на двигателе модульной конструкции) должна быть исключена необходимость:

совместной обработки модулей;

последующей балансировки роторов на специальных стендах;

проведения контрольных испытаний двигателя.

Необходимые проверки и регулировки двигателя после замены модулей должны проводиться в соответствии с Руководством по технической эксплуатации.

127. Изготовление и контроль деталей из литых заготовок, применяемых в конструкции двигателя, следует осуществлять в соответствии с требованиями, указанными в технической документации.

128. Для обеспечения необходимой прочности применяемых в конструкции двигателя деталей, получаемых из горячедеформированных заготовок, соответствующие технологииковки и штамповки, термообработки и контроля качества должны быть установлены на основании технической документации для каждого типа горячедеформированных заготовок.

Горячедеформированные заготовки должны быть разделены на соответствующие группы по способам, объему и видам контроля в зависимости от ответственности и условий работы деталей, для изготовления которых предназначаются эти заготовки. Группы контроля должны быть указаны в технической документации.

Способы и виды контроля требуемого качества горячедеформированных заготовок (анализы химического состава, испытания по определению механических свойств, металлургические исследования, испытание стандартных образцов разрушением, прочностные исследования, рентгенографический контроль) следует указывать в технической документации.

Техническая документация должна содержать требования, необходимые для разработки чертежей, технологии изготовления и способов контроля горячедеформированных заготовок, обеспечивающие необходимую стабильность их свойств.

Если способ контроля предусматривает испытание механических свойств материала на образцах, то каждая горячедеформированная заготовка должна иметь одну или несколько технологических прибылей, которые после термообработки используются для изготовления образцов, испытываемых с целью установления соответствия применяемого материала требованиям технической документации.

129. Для обеспечения необходимой прочности сварных (паяных) деталей двигателя на основании технической документации должна быть установлена соответствующая технология их сварки или пайки, термообработки и контроля качества. Материалы и их сочетания, используемые для изготовления деталей горячей части двигателя с применением сварочных процессов, должны обладать свойствами, предотвращающими образование трещин на сварных швах, околошовных зонах и по целому материалу под воздействием повторных и длительных нагревов.

Должна обеспечиваться возможность использования сварки для устранения сварочных и других дефектов при ремонте двигателя.

Технология сварки (пайки), виды и объем контроля должны указываться в соответствующей технической документации.

130. Сварные элементы конструкции двигателя должны обеспечивать в случае необходимости возможность применения рентгеновского (или другого неразрушающего) контроля всех сварных (паяных) швов после сварки и термообработки. В случае невозможности применения такого контроля на окончательно изготовленных конструкциях должна быть обеспечена возможность его применения на промежуточных операциях изготовления.

131. Должно быть обеспечено качество сварных (паяных) конструкций, регламентированное соответствующей технической документацией. В зависимости от условий работы детали должны быть предусмотрены типовые или особые виды контроля - испытания на герметичность под избыточным давлением, контрольное разрушение, физические методы контроля (магнитный, вихретоковый, ультразвуковой, импедансный и другие).

132. Все сварные (паяные) швы должны подвергаться визуальному контролю и приемлемым методам дефектоскопии. После термообработки сварных элементов конструкции может назначаться дополнительный контроль.

133. Принятые для сварных элементов конструкции виды и объемы контроля должны применяться в стадии освоения технологии изготовления двигателя непрерывно до достижения необходимого стабильного уровня их качества.

## Параграф 5. Ресурсы двигателя

134. Конструкция двигателя должна в течение определенного времени эксплуатации (назначенного ресурса) выдерживать без разрушений, угрожающих безопасности полета, воздействие повторяющихся в эксплуатации нагрузок.

При сертификации двигателя «до установки на БАС» устанавливаются начальные назначенные ресурсы двигателя и его основных деталей и начальный ресурс двигателя до первого капитального ремонта в соответствии с ожидаемыми условиями эксплуатации.

135. Ресурсы подтверждаются испытаниями двигателя и его основных деталей.

Ресурсы агрегатов и комплектующих изделий устанавливаются на основании их испытаний в системе двигателя, а также автономных испытаний на специальных установках.

## Параграф 6. Топливная система двигателя

136. Топливная система должна обеспечивать питание двигателя топливом при запуске и на всех режимах в ожидаемых условиях эксплуатации. Система должна также обеспечивать работу двигателя в особых условиях эксплуатации, указанных в технических условиях.

137. Топливо должно подаваться к форсункам насосом (насосами) высокого давления, приводимым от двигателя (или другого энергетического устройства). Полная производительность насоса должна быть не менее максимальной потребной для обеспечения устойчивой работы двигателя на максимальном (взлетном) режиме в ожидаемых условиях эксплуатации. При наличии двух насосов каждый из них должен иметь независимый привод. Отказ одного насоса не должен влиять на привод или характеристики другого насоса.

138. Во всасывающей магистрали основного топливного насоса (насосов) высокого давления должен устанавливаться фильтр с пропускной способностью и тонкостью очистки.

139. Конструкция топливных фильтров должна обеспечивать:

1) требуемый расход топлива через перепускной предохранительный клапан в случаях засорения фильтрующего элемента механическими примесями или льдом, образующимся в результате замерзания воды, содержащейся в топливе. Фильтр должен оборудоваться сигнализатором максимального перепада давления на фильтре;

2) необходимую степень фильтрации в течение максимальных сроков, предусмотренных для осмотров и очистки фильтров, при работе на топливе с заданным уровнем загрязнения механическими примесями и свободной водой.

140. Дренажные устройства системы должны исключать возможность попадания топлива в двигательный отсек и в другие пожароопасные зоны, а также на стояночную площадку аэродрома.

141. При эксплуатации двигателя на топливе, не содержащем противообледенительной присадки, топливная система должна быть оснащена устройством защиты фильтра от обледенения.

142. Все элементы топливной системы, работа которых согласно Руководства по технической эксплуатации и Регламента технического обслуживания должна контролироваться обслуживающим персоналом, должны иметь удобный доступ.

143. В конструкции двигателя должна быть предусмотрена система для сбора и утилизации жидкого топлива при ложном или неудавшемся запуске и после остановки во время эксплуатации двигателя на земле и в полете.

Емкость для сбора топлива, сливаемого из нижних точек газозвдушного тракта, не должна использоваться для других жидкостей и должна автоматически опорожняться с возвратом топлива в двигатель при его работе. Возврат топлива должен производиться, минуя самолетные баки, если иное не оговорено в технической документации.

## **Параграф 7. Масляная система двигателя**

144. Двигатель должен иметь автономную масляную систему с отдельным баком. Схема, конструкция и органы регулирования масляной системы должны обеспечивать функции:

- 1) поддержания установленных давлений и температур масла для смазки и охлаждения деталей и узлов трения;
- 2) демпфирования опор роторов;
- 3) работы агрегатов управления, использующих масло в качестве рабочей жидкости;
- 4) отвода воздуха из полостей опор и масляного бака;
- 5) выноса маслом частиц износа поверхностей трения из двигателя;
- 6) очистки масла в процессе его циркуляции от включений размером более 40 мкм.

Эти функции должны выполняться на всех режимах работы двигателя в ожидаемых условиях эксплуатации.

В турбовинтовых двигателях масляная система должна обеспечивать бесперебойную подачу масла в воздушный винт и его агрегаты с температурами и давлениями, классом чистоты и содержанием воздуха, приемлемыми для их нормальной работы в ожидаемых условиях эксплуатации.

Масляный бак может быть установлен вне двигателя, если будет доказана целесообразность такой компоновки.

145. Конструктивными средствами в опорах и масляной системе двигателя должны быть исключены:

- 1) изменение физико-химических свойств циркулирующего через двигатель масла свыше допустимых техническими условиями норм из-за высоких температур омываемых им поверхностей;
- 2) износ пар трения свыше допустимых пределов, указанных в рабочих чертежах;

3) отложение кокса в трубах суфлирования в пределах, ведущих к повышению давления в суфлируемых полостях;

4) утечки масла через уплотнения валов, вызывающие загрязнение отбираемого от двигателя на нужды БАС воздуха сверх предельно допустимых концентраций;

5) утечки или выброс масла через суфлер сверх нормы расхода масла, приведенной в технической документации на двигатель;

6) образование в нагнетающем насосе воздушных пробок при заполнении системы маслом или отливе масла от маслозаборника в полете;

7) переполнение двигателя маслом, как при неработающем двигателе, так и на всех режимах его работы на земле и в полете, в том числе на режиме авторотации;

8) загрязнение сливаемым маслом поверхности двигателя и БАС.

146. Основные агрегаты и элементы (бак, масляные насосы, центробежные воздухоотделители, клапаны, краны, фильтры, теплообменники, измерительные и сигнализирующие устройства), относящиеся к масляной системе, должны располагаться на двигателе так, чтобы обеспечивались:

1) пожарная безопасность;

2) возможность нетрудоемкой замены отдельных неисправных деталей и агрегатов системы;

3) ускоренный подогрев масла в системе при низкотемпературном запуске с помощью штатных наземных источников тепла.

Штатные наземные источники тепла, если они используются для двигателя, должны быть указаны в Руководстве по технической эксплуатации.

147. Потребный запас масла в баке при заполненной системе должен определяться суммой:

1) двукратного количества масла, расходуемого за полет, в соответствии с часовым расходом масла, указанным в технической документации, но не менее 12-кратного часового расхода;

2) количества масла, необходимого для обеспечения стабильной циркуляции масла через двигатель на всех режимах его работы;

3) количества масла, которое должно оставаться в специальном отсеке бака для подачи к агрегатам регулирования двигателя при возможных отрицательных перегрузках, в случае потери системой масла и для обеспечения флюгирования лопастей воздушного винта;

4) количества масла, находящегося в баке ниже среза маслозаборника.

148. Масляный бак должен иметь:

1) заливную горловину и устройство с краном нажимного самоконтрящегося типа для слива масла из бака;

2) клапан для закрытой дистанционной заправки маслом под давлением в аэродромных условиях с устройством, предотвращающим переполнение бака при заправке, и штуцером, имеющим стандартные размеры;

3) легкоъемную крышку заливной горловины;

4) съемный сетчатый фильтр в заливной горловине с тонкостью очистки масла 0,2 миллиметров;

5) устройство для измерения количества масла в баке (с погрешностью не более + 4 % от максимального заправляемого количества) и средства сигнализации допустимых максимального и минимального уровней масла в баке;

6) не заполняемый маслом объем не менее 20 % объема бака;

7) конструкцию, исключающую возможность скопления в заливной горловине и вблизи нее остатков масла после заправки;

8) трафарет с указанием марки и количества заправляемого масла, укрепленный возле заливной горловины;

9) крепление, исключающее смещения и повреждения бака при возможных в ожидаемых условиях эксплуатации механических и тепловых нагрузках;

10) специальный отсек, оборудованный маслозаборником;

11) устройства возврата масла в бак, обеспечивающие отделение содержащегося в масле воздуха;

12) устройства, обеспечивающие поступление масла в двигатель, а также суфлирование бака при перегрузках и эволюциях, возможных в ожидаемых условиях эксплуатации. Расположение устройства должно исключать засасывание отстоя;

13) кран или пробку для полного слива масла и конденсата в нижней точке бака с фиксацией его закрытого положения.

149. Откачивающие насосы масляной системы двигателя, а также форсунки, подводящие масло к подшипникам роторов двигателя, должны быть защищены от попадания в них инородных частиц защитными фильтроэлементами.

Фильтроэлементы перед форсунками могут не устанавливаться, если в конструкции предусмотрены другие меры по защите от попадания в них вместе с маслом посторонних частиц.

150. На входе масла в двигатель должен быть установлен фильтр надлежащей пропускной способности и тонкости очистки. При этом:

1) фильтр должен обладать способностью работать без очистки в течение срока, предусмотренного Регламентом технического обслуживания;

2) в конструкции фильтра должен быть предусмотрен клапан перепуска масла мимо фильтрующего элемента в случае его засорения или при запуске двигателя при низкой температуре масла;

3) должен быть исключен смыв и унос в масляную систему отложений с фильтрующего элемента и днища отстойной полости корпуса фильтра при открытии перепускного клапана;

4) фильтр должен иметь отстойную полость со сливным краном и устанавливаться в месте, удобном для периодического осмотра; течь масла из корпуса фильтра при снятии фильтрующего элемента должна быть исключена;

5) фильтр должен быть оборудован сигнализаторами максимального допустимого перепада давления на фильтрующем элементе или иным эквивалентным средством для сигнализации засорения фильтра.

151. Суфлер масляной системы должен обеспечивать выпуск воздуха, проникающего через уплотнения опор, во всех ожидаемых условиях эксплуатации в пределах, необходимых для поддержания в полостях опор, баке и коробке приводов давления, достаточного для обеспечения подачи насосов в высотных

условиях. Суфлер должен одновременно выполнять функции отделения масла от масловоздушной среды и возвращения отделенного масла обратно в масляную систему. Суфлирующий патрубок должен быть защищен от попадания в него посторонних предметов и замерзания конденсата.

152. Прокачка масла через двигатель на режиме авторотации должна обеспечивать полет в течение времени, равного половине времени полета по маршруту наибольшей протяженности во всех ожидаемых условиях эксплуатации без повреждения трущихся деталей, без внутренних утечек и внешнего выброса масла и с сохранением возможности запуска двигателя в полете. При выключении двигателя в полете из-за потери масла в системе должна обеспечиваться авторотация двигателя в течение указанного времени без отказов с опасными последствиями.

### **Параграф 8. Система охлаждения двигателя**

153. Система охлаждения двигателя должна обеспечивать работоспособность горячих деталей двигателя, его агрегатов и рабочих жидкостей в ожидаемых условиях эксплуатации. Количество, температура и давление охлаждающего агента должны определяться расчетом и проверяться испытаниями.

154. Если отбираемый из двигателя воздух (газ) используется для охлаждения элементов конструкции или наддува уплотнений и замкнутых полостей, работоспособность которых зависит от чистоты подаваемого воздуха (газа) и может ухудшаться вследствие воздействия на них инородных частиц (пыли, песка и других), то конструкция системы должна исключать попадание в эти элементы частиц недопустимого размера и в недопустимом количестве.

### **Параграф 9. Система регулирования и управления двигателем**

155. Двигатель должен быть оснащен системой автоматического регулирования и управления, которая должна обеспечивать в ожидаемых условиях эксплуатации выполнение следующих функций:

- 1) запуск и выключение двигателя;
- 2) автоматическое поддержание регулируемых параметров в соответствии с заданной программой регулирования и с заданной точностью на всех режимах и при возможных изменениях внешних условий и температуры рабочего тела, применяемого в регулирующих устройствах;
- 3) прямое или косвенное ограничение предельно допустимых параметров двигателя (температуры газа, частоты вращения, тяги (мощности), отрицательной тяги воздушного винта, крутящего момента, реверсивной тяги, давления воздуха за компрессором и других).

156. Должны быть предусмотрены меры для предотвращения превышения значений регулируемых параметров сверх предельно допустимых их значений при отказах системы автоматического регулирования и управления.

157. В системе регулирования и управления должны быть предусмотрены устройства для предотвращения опасного развития отказов двигателей, начальное проявление которых может быть зафиксировано. Должен быть обоснован выбор типов этих устройств, а их эффективность проверена на двигателе.

158. Устанавливаемые на двигателе устройства выключения подачи воспламеняющихся жидкостей и средства управления этими устройствами должны размещаться так, чтобы вероятность их повреждения или воздействия на них открытого огня была возможно меньшей.

159. Размещение агрегатов системы автоматического регулирования и управления на двигателе должно обеспечивать возможность удобного их обслуживания без снятия двигателя с БАС.

160. При изменении температуры окружающей среды не должна требоваться подрегулировка соответствующих элементов системы автоматического регулирования.

Подрегулировка элементов системы автоматического регулирования может быть допущена согласно Руководства по технической эксплуатации при смене топлива на другую марку, разрешенную к применению на двигателе.

161. Датчики регулируемых параметров, используемые в системе автоматического регулирования, должны быть автономными.

Указанные датчики могут применяться для других целей, если это не будет оказывать неблагоприятного влияния на работу системы автоматического регулирования.

162. Работоспособность агрегатов системы автоматического регулирования с электрическим приводом должна быть обеспечена при работе от основных и аварийных источников электроэнергии.

Агрегаты системы автоматического регулирования должны относиться к приемникам электроэнергии первой категории.

163. Органы системы управления, относящиеся к двигателю должны отвечать следующим требованиям:

1) иметь достаточную прочность и жесткость и выдерживать механические и тепловые нагрузки, возможные в ожидаемых условиях эксплуатации;

2) не перемещаться под действием вибраций и других нерасчетных нагрузок.

164. Если для органов управления, размещенных на двигателе и включенных в его компоновку, используются гибкие элементы, то их пригодность должна быть подтверждена.

## **Параграф 10. Система запуска двигателей**

165. Система должна обеспечивать нормальный запуск двигателя в ожидаемых условиях эксплуатации.

166. Система должна обеспечивать нормальный запуск двигателя на земле, как от бортовых, так и от аэродромных средств питания без дополнительной специальной регулировки системы запуска и системы автоматического регулирования в ожидаемых условиях эксплуатации.

167. В полете в ожидаемых условиях эксплуатации системой должен обеспечиваться нормальный запуск авторотирующего двигателя и, если это требуется, с подкруткой пусковым устройством.

168. Система запуска должна быть автоматизированной и удовлетворять следующим требованиям:

1) включаться путем воздействия на управляющий орган (пусковую кнопку, тумблер);

2) обеспечивать автоматический процесс нормального запуска до выхода двигателя на режим малого газа без выполнения каких-либо дополнительных ручных операций.

Если используется система воздушного запуска, совмещенная с другими системами, то допускаются предварительные операции, связанные с перестройкой такой системы для запуска двигателя.

Для запуска турбовинтового двигателя в полете, осуществляемого при выводе лопастей воздушных винтов из флюгерного положения, допускаются ручные операции (например, включение флюгерного насоса, перестройка частоты вращения воздушного винта и прочее).

Автоматически отключаться и автоматически подготавливаться к следующему запуску.

169. Система запуска должна обеспечивать:

1) быстрое прекращение запуска;

2) осуществление прокрутки ротора;

3) возможность выполнения ложного запуска двигателя.

170. Высоковольтные цепи системы должны быть электрически независимыми от всех других электрических цепей на двигателе. Провода высоковольтных цепей должны быть экранированы и проложены отдельно от других проводов.

171. Пусковое устройство вместе с механизмом его включения и выключения не должно снижать работоспособность двигателя. Параметры питания этого устройства должны обеспечивать нормальный запуск двигателя.

## **Параграф 11. Устройства выключения двигателя**

172. Для каждого двигателя на БАС должны быть предусмотрены устройства выключения. Если на двигателе установлены средства выключения двигателя, управляемые электрически, то их снабжение электроэнергией должно быть обеспечено в ожидаемых условиях эксплуатации, включая особую ситуацию с автоматическим переключением на аварийный источник электроснабжения, а электропроводка управления устройствами выключения, располагаемая в пожароопасных отсеках, должна выполняться из огнестойких проводов или иметь огнестойкую изоляцию.

173. Срабатывание выключающих устройств подачи топлива к двигателю не должно приводить к нарушению работы другого оборудования, например, при выключении подачи топлива противопожарным краном к одному двигателю не

должна нарушаться работа других двигателей, или приводить к срабатыванию каких-либо ограничивающих систем.

174. Должны предусматриваться средства защиты от непроизвольного срабатывания выключающих устройств.

## **Параграф 12. Система впрыска жидкости в компрессор двигателя**

175. Если на двигателе применяется система впрыска жидкости в компрессор, то она должна обеспечивать восстановление или форсирование взлетной тяги (мощности) двигателя. Диапазоны температур и давлений атмосферного воздуха, в которых рекомендовано применение системы впрыска, должны быть указаны в Руководстве по технической эксплуатации.

176. Многократное применение впрыска жидкости не должно приводить к снижению надежности и недопустимому ухудшению основных данных двигателя, а также вызывать необходимость перерегулировки топливной аппаратуры.

177. Должна исключаться возможность попадания впрыскиваемой жидкости в масляную систему и агрегаты двигателя.

178. Не допускается применение в системе токсичных жидкостей.

## **Параграф 13. Система отбора воздуха (газа) двигателя**

179. Назначение, количество и параметры отбираемого из двигателя воздуха (газа) для наддува и вентиляции кабин, противообледенительной системы, наддува топливных баков, приводов генераторов, режимы работы двигателя при этом и допустимая продолжительность отбора, а также влияние отбора на характеристики двигателя должны быть указаны в технической документации на двигатель.

180. Отбор воздуха (газа) из двигателя не должен приводить к недопустимому изменению неравномерности поля температуры газа в камере сгорания и перегреву деталей камеры сгорания и турбины.

181. В системе регулирования двигателя должно предусматриваться автоматическое ограничение максимальной допустимой температуры газа перед турбиной при отборе воздуха или должно быть показано, что другие применяемые на двигателе средства не допускают превышения максимальной допустимой температуры газа при отборе воздуха.

182. Отбор установленных количеств воздуха (газа) из двигателя не должен приводить к возникновению опасных колебаний лопаток компрессора.

183. Должна быть обеспечена пригодность отбираемого из двигателя воздуха для непосредственного использования в системе кондиционирования для наддува и вентиляции кабин в отношении примесей двигательного происхождения, а именно окиси углерода, паров топлива, продуктов термического разложения масел.

## **Параграф 14. Противообледенительная система двигателя**

184. Противообледенительная система двигателя должна обеспечивать нормальную работу последнего на всех режимах в условиях обледенения:

- 1) без недопустимого уменьшения тяги (мощности);
- 2) без повышения температуры газа выше допустимой, указанной в Руководстве по технической эксплуатации;
- 3) без увеличения вибраций двигателя более величины, указанной в Руководстве по технической эксплуатации;
- 4) без механических повреждений двигателя;
- 5) без ухудшения управляемости двигателя.

Выполнение указанных требований должно обеспечиваться также и при запаздывании включения противообледенительной системы двигателя.

185. Нормальное функционирование противообледенительной системы двигателя должно обеспечиваться в ожидаемых условиях эксплуатации в течение периода времени, указанного в Руководстве по технической эксплуатации для каждого режима двигателя.

186. Противообледенительная система двигателя должна соответствовать требованиям настоящих Норм БАС.

## **Параграф 15. Летные испытания двигателя при сертификации БАС**

187. Проверка работы двигателя на установившихся режимах, должна подтвердить:

- 1) устойчивость работы и соответствие параметров двигателя и его топливной и масляной систем данным, указанным в технической документации;
- 2) работоспособность средств контроля работы двигателя в эксплуатации и систем отбора воздуха из двигателя.

188. Проверку следует производить наземными и летными испытаниями, при которых должны быть оценены:

- 1) характер и параметры работы двигателя и его топливной и масляной систем в наземных условиях на основных установившихся режимах, регламентированных Руководством по технической эксплуатации, и других установившихся режимах, характерных для программы регулирования и управления двигателя;

- 2) характер и параметры работы двигателя и его топливной и масляной систем в следующих полетных условиях:

на всех этапах полетов по типовым профилям применения БАС при соответствующих режимах двигателя, а также при наборе высоты практического потолка БАС и снижении с него, экстренном снижении с максимальной высоты крейсерского полета до минимальной высоты безопасного вывода БАС в горизонтальный полет;

испытаниями при взлетах, наборах высоты и снижении должны быть охвачены режимы полета, при которых создаются наибольшие возможные в

ожидаемых условиях эксплуатации БАС положительные и отрицательные углы наклона двигателя в пространстве по тангажу;

при разгонах и торможениях БАС в горизонтальном полете при работе двигателя на максимальном режиме и режиме полетного малого газа соответственно. Испытания следует провести на различных высотах полета, в том числе на максимальной высоте крейсерского полета;

в горизонтальном установившемся полете на различных высотах, включая высоту практического потолка БАС, с охватом диапазона скоростей полета, соответствующего ожидаемым условиям эксплуатации БАС. При этом работа двигателя должна быть проверена на основных установившихся режимах, указанных в Руководстве по технической эксплуатации, и на промежуточных режимах, характерных для его программы регулирования и управления;

при выполнении БАС маневров с предельно-допустимыми параметрами полета, а именно правых и левых виражей с максимальным допустимым креном при максимальной допустимой величине перегрузки, а также «горок» и «скольжений» с максимальной допустимой величиной и максимальной возможной или допустимой продолжительностью действия возникающих при этом положительных и отрицательных перегрузок. Указанные маневры должны быть выполнены на крейсерских высотах полета БАС в полетной конфигурации и на минимальных безопасных высотах во взлетной и посадочной конфигурациях.

## **Глава 7. Воздушный винт**

### **Параграф 1. Эксплуатация Воздушного винта**

189. Изложены требования к воздушным винтам изменяемого шага БАС всех весовых категорий с числом маршевых газотурбинных двигателей не менее двух. Вышеуказанные требования выполняются для обеспечения летной годности воздушного винта в ожидаемых условиях эксплуатации.

190. Соответствие воздушного винта требованиям настоящей главы должно устанавливаться на основании результатов расчетов, стендовых и летных испытаний, а также на основе опыта эксплуатации:

1) при сертификации воздушного винта «до установки на БАС» - в объеме требований;

2) при сертификации БАС - в объеме требований. На этом этапе сертификации засчитываются положительные результаты той части летных испытаний воздушного винта при его сертификации «до установки на БАС», которая удовлетворяет требованиям;

3) при контроле серийно выпускаемых и ремонтных воздушных винтов - в объеме требований.

191. В технической документации на воздушный винт должны быть представлены Руководство по технической эксплуатации, основные данные и

ожидаемые условия эксплуатации. Указанные данные составляют официальный статус воздушного винта при его испытаниях, сертификации и эксплуатации.

Ожидаемые условия эксплуатации, включая осредненные полетные циклы (полетные циклы), должны являться основой для составления программ испытаний воздушного винта и его деталей, подтверждающих соответствие воздушного винта требованиям настоящей главы.

192. Применение на воздушном винте готовых изделий должно согласовываться с разработчиками этих изделий с учетом условий их работы.

193. Воздушный винт должен предъявляться на сертификацию:

1) с агрегатами, системами и датчиками;  
2) с комплектом технической документации, необходимой для эксплуатации и технического обслуживания;

3) с комплектом бортового инструмента, приспособлений, контрольно-измерительной и диагностической аппаратуры, обеспечивающими выполнение технического обслуживания, предусмотренного Руководством по технической эксплуатации и Регламентом технического обслуживания воздушного винта;

4) с комплектом запасных агрегатов, деталей и расходных материалов, необходимых для выполнения технического обслуживания в соответствии с Регламентом технического обслуживания.

194. Параметры (режимы) полета:

- 1) высота полета;
- 2) скорость (число  $M$ ) полета;
- 3) угол наклона оси воздушного винта в пространстве;
- 4) перегрузки.

Параметры состояния и воздействия на воздушный винт внешней среды:

барометрическое давление, температура и влажность атмосферного воздуха; направление и скорость ветра; обледенение.

Эксплуатационные факторы:

ресурсы воздушного винта (в часах, полетных циклах), срок службы (календарное время);

режимы работы воздушного винта (мощности двигателя), число и последовательность выходов на эти режимы за один полетный цикл и допустимая непрерывная и общая продолжительность работы воздушного винта на определенных режимах (в том числе на режимах авторотации и реверсирования), а также сведения о переменных процессах;

характеристики профиля полета;

применяемые рабочие и технические жидкости, присадки;

температуры рабочей жидкости агрегатов воздушного винта;

параметры энергопитания агрегатов;

температура среды в местах установки агрегатов управления воздушным винтом;

покрытие, вид и состояние взлетно-посадочной полосы и места стоянки БАС; периодичность и виды технического обслуживания воздушного винта;

величины механических и коррозионных повреждений деталей воздушного винта в эксплуатации;  
особенности компоновки воздушного винта на двигателе БАС.

## Параграф 2. Конструкция воздушного винта

195. Воздушный винт с его системами и агрегатами должен быть спроектирован и изготовлен так, чтобы в ожидаемых условиях эксплуатации, в течение назначенного ресурса и срока службы отказы с опасными последствиями, приводящие к возникновению катастрофической ситуации, оценивались за час наработки воздушного винта как события практически невероятные. Подтверждение выполнения этого требования должно проводиться на основе анализа конкретной схемы реальной конструкции, материалов статистической оценки надежности подобных конструкций за длительный период эксплуатации, а также результатов испытаний данной конструкции.

196. Должен быть проведен анализ причин и последствий функциональных отказов воздушного винта с учетом истории доводки воздушного винта и опыта эксплуатации его прототипа или аналога. По отказам, которые могут иметь опасные последствия, должно быть показано, что в конструкции, технологии изготовления и документации по техническому обслуживанию воздушного винта предусмотрены специальные меры:

- 1) по предотвращению таких отказов;
- 2) по своевременному выявлению и устранению дефектов и повреждений воздушного винта, которые могут привести к возникновению отказов с опасными последствиями.

197. Воздушный винт, его агрегаты и системы должны быть спроектированы и изготовлены так, чтобы:

- 1) обеспечивалась возможность осмотра, технического обслуживания и ремонта в эксплуатации в соответствии с Руководством по технической эксплуатации и Регламентом технического обслуживания;
- 2) установка воздушного винта на двигатель, а также замена и регулировка его агрегатов были нетрудоемкими.

198. Конструкция механизма изменения шага воздушного винта должна обеспечивать перевод его лопастей в любое положение, заданное системой регулирования и управления, в ожидаемых условиях эксплуатации.

199. Положение лопастей воздушного винта должно фиксироваться упорами механизма изменения шага:

- 1) механическим упором угла флюгерного положения лопастей ( $\phi_{ф. п}$ );
- 2) механическим или гидравлическим упором промежуточного угла установки лопастей ( $\phi_{п.у}$ );
- 3) механическим или гидравлическим упором минимального угла установки лопастей ( $\phi_{min}$ );
- 4) механическим упором реверсивного угла установки лопастей ( $\phi_{рев}$ ) для реверсивных воздушных винтов.

Допускается совместное применение в механизме изменения шага воздушного винта гидравлического и механического упоров.

Допускается оснащение механизма изменения шага воздушного винта дополнительными гидравлическими или механическими упорами при условии, что они не снижают надежности фиксации лопастей упорами, требуемыми данным пунктом.

200. В конструкции воздушного винта должна быть предусмотрена защита от превышения частоты вращения сверх максимально допустимого значения при любом изменении режима работы двигателя в диапазоне от режима земного малого газа до взлетного, а также при резком изменении режимов полета.

201. При выключенном двигателе в полете и во флюгерном положении лопастей воздушного винта допускается вращение воздушного винта с частотой не более 0,5 с<sup>-1</sup> в рабочем направлении.

202. Детали воздушного винта и его агрегатов, отказ которых может привести к опасным последствиям, должны маркироваться так, чтобы можно было, используя техническую документацию, получить необходимые сведения об их изготовлении. В технической документации на изготовление этих деталей должен предусматриваться повышенный объем их контроля.

203. Конструкция воздушного винта должна допускать возможность статической балансировки в соответствии с технической документацией.

204. Должна обеспечиваться взаимозаменяемость воздушных винтов и их агрегатов, предназначенных для установки на БАС и двигателе данного типа. При замене агрегатов допускается регулировка агрегатов воздушного винта согласно Руководства по технической эксплуатации.

205. Консервация и расконсервация воздушного винта и его агрегатов не должны требовать их частичной разборки (за исключением демонтажа лопастей).

206. Транспортирование воздушного винта в соответствии с технической документацией не должно снижать его работоспособности.

### **Параграф 3. Прочность воздушного винта**

207. Статические и динамические напряжения в деталях воздушного винта не должны при данных особенностях конструкции, используемых материалах и технологии изготовления превышать значений, установленных с учетом опыта эксплуатации и результатов расчетов и испытаний.

208. В Руководстве по технической эксплуатации и Регламенте технического обслуживания должны быть указаны допустимые повреждения воздушного винта, которые могут возникать в эксплуатации.

209. Величины допустимых повреждений должны устанавливаться на основании расчетов, испытаний и опыта эксплуатации воздушного винта аналогичной конструкции.

210. Безопасность воздушного винта от флаттера должна обеспечиваться в соответствии с требованиями.

211. Обеспечение выносливости конструкции воздушного винта должно проводиться в соответствии с требованиями.

#### **Параграф 4. Материалы воздушного винта**

212. Все материалы, применяемые для изготовления воздушного винта и его агрегатов, должны соответствовать требованиям действующих стандартов, норм и технических условий и должны быть выбраны с учетом действительных условий их работы в конструкции в течение ресурса, а также соответствующих сроков службы и сохраняемости.

Везде, где это возможно, должны применяться материалы, обладающие достаточными антикоррозионными свойствами и износоустойчивостью.

Обоснование выбора материалов должно включаться в техническую документацию по воздушному винту.

213. Расчетные характеристики материалов воздушного винта, от прочности и сопротивления усталости которых зависит безопасность конструкции, должны основываться на результатах вероятностных оценок свойств полуфабрикатов, применяемых для их изготовления.

#### **Параграф 5. Ресурсы воздушного винта**

214. Конструкция воздушного винта должна в течение определенного времени эксплуатации (назначенного ресурса) выдерживать без разрушений, угрожающих безопасности полета, воздействие действующих в эксплуатации нагрузок.

При сертификации воздушного винта «до установки на БАС» устанавливаются ресурсы воздушного винта в соответствии с ожидаемыми условиями эксплуатации.

215. Ресурсы агрегатов и комплектующих изделий устанавливаются на основании их испытаний в системе воздушного винта (двигателя), а также автономных испытаний на специальных установках.

### **Глава 8. Электрические системы**

#### **Параграф 1. Светотехническое оборудование**

216. Требования настоящей главы распространяются на следующие виды светотехнического оборудования:

- аэронавигационное оборудование;
- посадочно-рулежное оборудование;

217. Оборудование является требуемым светотехническим оборудованием и должно устанавливаться на БАС, совершающих полеты по Правилам полетов по приборам.

218. Светотехническое оборудование, установленное на БАС, не должно вызывать ослепления членов внешнего экипажа или создавать какие-либо другие неудобства, мешающие им выполнять свои обязанности.

Работа светотехнического оборудования не должна вызывать помехи в работе других типов оборудования.

219. Светотехническое оборудование при нормальной эксплуатации, а также в случае неисправности какой-либо его части должно быть безопасным в пожарном отношении.

Любые применяемые колпачки или цветные фильтры должны быть изготовлены так, чтобы они не меняли свой цвет или форму и не создавали значительных потерь света в условиях нормальной эксплуатации.

220. Осветительная арматура должна быть сконструирована таким образом, чтобы исключалась возможность поражения током при замене или удалении ламп.

## **Параграф 2. Защита БАС от атмосферного электричества (молнии и электростатического заряда)**

221. Воздействие атмосферного электричества на БАС не должно приводить к аварийной или катастрофической ситуации в полете.

Соответствие требованиям настоящей главы должно быть показано путем испытаний и расчетов с предъявлением доказательной документации.

Испытания и расчеты на воздействие молнии следует производить из условий воздействия на БАС электрических разрядов, содержащих:

импульсную составляющую с пиковым током не менее 200 кА, крутизной переднего фронта 1011 А/с и переносимым зарядом не менее 4 К;

постоянную составляющую с током не менее 200 А и переносимым зарядом не менее 200 К.

222. Металлические элементы конструкции БАС, по которым возможно протекание токов молнии, должны быть соединены в общую электрическую массу. Проводники, соединяющие эти элементы конструкции, должны иметь поперечное сечение не менее  $6 \text{ мм}^2$  при изготовлении их из меди, а при изготовлении из другого материала иметь эквивалентную проводимость. Сопротивление в местах соединений между элементами конструкции должно быть не более 600 мкОм для неподвижных и не более 2000 мкОм - для подвижных соединений. В самолетной документации должна быть представлена схема размещения этих проводников или таблица сопротивлений металлизации с указанием контрольных точек и величин максимальных допустимых сопротивлений между контрольными точками.

223. Наружные неметаллические части (например, элементы конструкции из диэлектрических и композиционных материалов, остекление), повреждения которых могут приводить к аварийной или катастрофической ситуации в результате воздействия молнии на БАС, должны иметь защитные устройства.

224. Топливная система и баки БАС должны быть выполнены таким образом, чтобы в результате воздействия молнии на БАС возможность пожара и взрыва в них исключалась, для чего:

1) баки не должны размещаться в зоне менее 500 миллиметров от конца крыла;

2) толщина наружных стенок, кессон баков, выполненных из алюминиевых сплавов, должна быть не менее 2 миллиметров; на внутренних сторонах стенок баков, выполненных из других материалов, не должно быть горячих точек, способных воспламенить пары топлива;

3) не должно быть искр внутри баков.

225. Отверстия дренажных систем и систем слива топлива должны быть расположены таким образом, и иметь такую конструкцию, чтобы в них не возникали коронные разряды, способные воспламенить смесь топлива.

226. При прохождении тока молнии по корпусу БАС не должно быть отказов или ложных срабатываний функциональных систем и устройств, которые могут привести к аварийной или катастрофической ситуации.

227. На БАС должны быть предусмотрены меры (электростатические разрядники, покрытия, перемычки), обеспечивающие стекание электростатического заряда при полетах в облаках слоистых форм и в осадках без нарушения нормальной работы радиоэлектронного оборудования.

228. При приземлении общая масса БАС должна автоматически соединиться с взлетно-посадочной полосой, при этом сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 107 Ом.

На воздушном судне должно быть предусмотрено устройство с сопротивлением не более 0,5 Ом для подсоединения к наземному контуру заземления при стоянке БАС.

### **Параграф 3. Требования к визуальным средствам сигнализации**

229. Для световой сигнализации должно быть предусмотрено применение трех основных цветов: красного, желтого и зеленого:

красный цвет световой сигнализации должен использоваться только для аварийной сигнальной информации;

желтый цвет рекомендуется использовать для предупреждающей сигнальной информации;

зеленый для уведомляющей сигнальной информации.

Кроме того, для выдачи информации о пролете маркеров или режимах работы функциональных систем в дополнение к указанным допускается применение сигналов белого и синего цветов на пультах этих систем.

230. Световая сигнальная информация должна быть легко различима и не должна оказывать слепящего действия на членов экипажа.

231. Должен обеспечиваться централизованный перевод яркости светосигнальных средств из режима «день» в режим «ночь» и обратно, осуществляемый автоматически и (или) вручную.

При этом должны быть приняты меры к исключению возможности произвольного перевода яркости световых сигналов в режим «ночь».

Для аварийных световых сигналов регулировка яркости не рекомендуется.

232. Аварийные световые сигналы, а также сигналы центрального сигнального огня и районирующих табло должны выдаваться в проблесковом режиме. Проблесковый режим работы световых сигналов должен осуществляться с частотой от 2 до 5 Гц.

233. Сигнальные надписи следует выполнять цветными буквами на темном фоне.

234. При необходимости сигнализация отказов на лицевой части электромеханических приборов и индикаторов может обеспечиваться с помощью выпадающих сигнальных флажков (планок) или шторок, перекрывающих в этом случае часть лицевой части индикатора.

#### **Параграф 4. Требования к звуковым средствам сигнализации**

235. Звуковые сигналы должны выдаваться в виде тональных звуковых сигналов или речевых сообщений в диапазоне звуковых частот 200-4000 Гц.

Рекомендуется, чтобы тональный звуковой сигнал состоял не менее чем из двух разнесенных частот указанного диапазона.

236. Общее число тональных звуковых сигналов пульта дистанционного пилотирования или станции внешнего пилота должно быть таким, чтобы была обеспечена возможность безошибочного восприятия характера происшедшего события или возникшего состояния.

237. При одновременной выдаче двух тональных звуковых сигналов должна обеспечиваться возможность их восприятия как двух отдельных сигналов, для чего при выборе частот (сочетания частот) тональных звуковых сигналов внутри указанного диапазона должно быть предусмотрено их разнесение, а также соответствующее кодирование сигналов.

238. Одновременная выдача речевого и тонального звуковых сигналов для сигнализации об одном событии или ситуации не допускается.

### **Глава 9. Пункт дистанционного пилотирования**

#### **Параграф 1. Общие положения**

239. Пункт дистанционного пилотирования является разновидностью станции внешнего пилота и используется для пилотирования беспилотного воздушного судна. Функции пункта дистанционного пилотирования аналогичны функциям кабины воздушного судна с пилотом на борту. Специфическая форма, размер, состав оборудования и компоновка любого пункта дистанционного пилотирования могут отличаться, что обусловлено такими аспектами, как:

- 1) вид выполняемых полетов (VLOS или BVLOS);
- 2) сложность БАС;
- 3) тип используемого управляющего интерфейса;
- 4) количество внешних пилотов, необходимое для управления БАС;
- 5) местоположение пункта дистанционного пилотирования (стационарное положение на земле или на другом транспортном средстве/платформе (например, на морском судне или воздушном судне)).

240. Пункт дистанционного пилотирования обеспечивает возможность осуществления внешним пилотом мониторинга и управления БВС на земле и в воздухе. Интерфейс между внешним пилотом/пунктом дистанционного пилотирования и БВС обеспечивается через линию С2. Конструкция пункта дистанционного пилотирования должна предоставлять внешнему пилоту необходимые возможности для эффективного управления полетом БВС.

241. Конструкция органов и систем управления должна сводить к минимуму возможность заклинивания, самопроизвольного срабатывания и непреднамеренного включения стопорных устройств поверхностей управления.

242. Конструкция пункта дистанционного пилотирования должна сводить к минимуму возможность неправильного или затруднительного использования внешним пилотом органов управления вследствие усталости, путаницы или вмешательства.

243. Должны обеспечиваться средства, которые либо автоматически предотвращают, либо позволяют внешнему пилоту устранять аварийные ситуации, связанные с предвидимыми отказами оборудования и систем, выход из строя которых будет угрожать безопасности БВС.

244. Маркировка и пояснительные надписи на приборах, оборудовании, органах управления должны включать такие ограничения или сведения, которые требуют непосредственного внимания внешнего пилота при выполнении полета БВС.

245. Пункт дистанционного пилотирования, обеспечивающий выполнение полетов BVLOS должен предоставлять информацию относительно условий, в которых выполняются полеты БВС, для возможности формирования у внешнего пилота ситуационной осведомленности, позволяющей безопасно выполнять полет БВС. В состав таких устройств индикации должны входить устройства, необходимые для реализации функций предотвращения и обнаружения (Detect-and-Avoid (DAA)).

246. Органы управления и устройства индикации, предусмотренные в пункте дистанционного пилотирования, должны отвечать соответствующим требованиям, учитывающим возможности человека.

247. Линия С2 будет накладывать определенные ограничения на имеющиеся в распоряжении внешнего пилота органы управления и средства индикации. В частности, на пункте дистанционного пилотирования могут отсутствовать некоторые традиционные органы управления, такие как ручка управления и рычаг управления двигателем. Изготовители должны продемонстрировать, что имеющиеся органы управления и средства индикации достаточны для безопасного и эффективного пилотирования БВС в штатных условиях, а также в случае отказов

систем. Конструкция и утверждение автоматических систем БАС, которые замещают функцию управления на пункте дистанционного пилотирования, должны учитывать тот факт, что у внешнего пилота не всегда имеется возможность устранения последствий отказов таких систем.

248. Внешний пилот должен располагать информацией относительно качества линии С2, особенно в тех случаях, когда качество обслуживания ухудшается до такого уровня, при котором должны предприниматься корректирующие действия.

249. Компоненты пункта дистанционного пилотирования, подвергаемые воздействию внешних условий, такие как антенны и другие мачты, должны быть надежно закреплены, поскольку они могут быть повреждены в результате удара молнии или воздействия сильных ветров.

## **Параграф 2. Эксплуатационные конфигурации пункта дистанционного пилотирования**

250. Прямое управление. Прямое управление предусматривает наивысший уровень управления внешним пилотом полетом БВС и обеспечивает возможность создания управляющего воздействия, аналогичного перемещению ручки управления, педалей управления рулем поворота и рычага управления двигателем для приведения в движение рулевых поверхностей, установки режима мощности или задействования автопилота. Время транзакции и скорость обновления основных полетных данных (скорость, высота, курс, пространственное положение, вертикальная скорость и рыскание), принимаемых с борта БВС и отображаемых внешнему пилоту, должны обеспечивать соблюдение эксплуатационных требований. Аналогичным образом время транзакции и скорость обновления управляющих сигналов внешнего пилота, принимаемых и обрабатываемых на борту БВС, должны также обеспечивать выполнение эксплуатационных требований.

251. Управление с помощью автопилота. Управление должно обеспечивать меньшую степень управления БВС, сохраняя при этом возможность управления скоростью, высотой, курсом и вертикальной скоростью, и изменять эти параметры только через автопилот.

БВС может располагать меньшими возможностями для оперативного или нештатного выполнения маневров, что обусловлено конструктивными особенностями автопилота (например, фиксированный угол крена) и временем транзакции. Частично снять это ограничение и обеспечить гибкость, в большей степени соответствующую гибкости, характерной для интерфейса ручки управления или рычага управления двигателем, можно за счет реализации в рамках интерфейса автопилота вариантов передачи аварийных команд.

## **Параграф 3. Требования к отображению информации**

253. Пункты дистанционного пилотирования должны быть оснащены средствами управления и отображения информации, которые позволят внешнему пилоту управлять траекторией полета БВС, выполнять необходимые маневры и устранять аварийные ситуации с соблюдением эксплуатационных ограничений.

254. Интерфейс пункта дистанционного пилотирования должен обеспечивать внешнему пилоту возможность управления БАС на основе мониторинга штатных летных характеристик, статуса, навигационной информации и функций ДАА. Кроме того, должна обеспечиваться выдача предупреждений об отказах БАС, потенциальной потере или ухудшении характеристик линии С2 и соответствующих последствиях воздействия метеорологических условий на БВС. При проектировании таких функций следует рассмотреть вопрос о скорости обновления передаваемой информации и потенциальной эксплуатационной надежности управляющих интерфейсов. Все эти функции должны формировать у внешнего пилота ситуационную осведомленность.

255. Все сигналы предупреждения и оповещения, предусмотренные в настоящее время на воздушных судах с пилотом на борту, следует включить в функции, выполняемые на пункте дистанционного пилотирования.

256. Любые дисплеи и органы управления, связанные с полезной нагрузкой, должны проектироваться и устанавливаться таким образом, чтобы они не отвлекали внешнего пилота от выполнения основной задачи, которая заключается в выполнении безопасного полета.

#### **Параграф 4. Контроль доступа внешнего пилота**

257. Пункт дистанционного пилотирования является аналогом кабины воздушного судна с экипажем на борту. В этой связи для безопасности аэронавигационной системы в целом особое значение имеет обеспечение безопасности пункта дистанционного пилотирования и внешнего пилота. Ограничение доступа к пункту дистанционного пилотирования должно быть соразмерным масштабам и возможностям БАС.

258. С точки зрения безопасности предусмотренные на пункте дистанционного пилотирования функции входа в систему и выхода из нее являются критически важными элементами ограничения несанкционированного доступа к БАС. Вход в систему обеспечивает возможность идентифицируемого управления БАС, а выход из системы – завершение такого управления; в результате отказа любой из этих функций доступ к управлению БАС может получить лицо, не имеющее соответствующих полномочий. Вход в систему пункта дистанционного пилотирования должен предусматривать проведение идентификации и аутентификации внешнего пилота.

259. Передача управления между несовмещенными пунктами дистанционного пилотирования может потребовать проведения дополнительной верификации и контроля, позволяющих удостовериться в том, что данный процесс проходит без вмешательства лиц, не имеющих соответствующих полномочий.

## Глава 10. Линия управления и контроля (С2)

### Параграф 1. Общие положения.

260. Линия С2 должна обеспечивать выполнение следующих задач:

- 1) управление передачей данных по линии связи «вверх» на БВС: данные, необходимые для изменения поведения и состояния БВС;
- 2) управление передачей данных по линии связи «вниз» с борта БВС: данные, необходимые для определения местоположения и статуса БВС;
- 3) передача данных по линиям связи «вверх» и «вниз» в целях передачи управления между пунктами дистанционного пилотирования;
- 4) передача данных по линиям связи «вверх» и «вниз» в целях выполнения требований к регистрации полетных данных.

261. Кроме того, линия С2 должна обеспечивать выполнение ряда функций контроля технического состояния линий передачи данных, включая передачу периодических контрольных сообщений и подтверждение или неподтверждение приема сообщений, обмен которыми осуществляется в обоих направлениях. Эти функции могут использоваться для предоставления внешнему пилоту информации о статусе линии передачи данных.

262. Предлагаемое изготовителем или эксплуатантом БАС техническое решение линии С2 должно отвечать требованиям к готовности и может быть реализовано посредством одной линии передачи данных или нескольких резервированных линий передачи данных. Любые потребности в коммерческих линиях передачи данных должны обеспечиваться независимой линией передачи данных, не использующей защищенный авиационный спектр.

263. Линия С2 обеспечивает связь внешнего пилота с органами управления ДПВС, и с функциональной точки зрения ее можно рассматривать в качестве аналога кабелей управления или шины передачи данных между кабиной и рулевыми поверхностями. Поэтому БАС должны использовать линии передачи данных, которые гарантированно отвечают требованиям к времени транзакции, непрерывности, готовности и целостности, соответствующим типу воздушного пространства и выполняемых полетов.

### Параграф 2. Требования к защите линии С2

264. Линия(и) передачи данных должна(ы) быть достаточно устойчивой(ыми) к воздействию возникающих время от времени незначительных помех.

265. Учитывая возможность создания помех работе линии С2, до начала или в ходе полета рекомендуется обеспечить возможность проверки или подтверждения того, что вредные РЧ-помехи отсутствуют.

266. Обеспечение защиты линии С2 посредством кодирования с использованием ключей защиты.