
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С. П. КОРОЛЕВА

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ
НЕСУЩЕГО И РУЛЕВОГО ВИНТОВ
ВЕРТОЛЕТА МИ-8
(Устройство и работа
несущего и рулевого винтов)**

*Методические указания
к практической работе*

САМАРА 1996

Составитель И. П. Канунников

УДК 629.735

Техническое обслуживание несущего и рулевого винтов вертолета Ми-8. (Устройство и работа несущего и рулевого винтов): Метод. указания к практич. работе /Самар. гос. аэрокосм. ун-т; Сост. И. П. Канунников. Самара, 1996. 28 с.

В первой части методических указаний изложены цель и порядок выполнения работы, рассмотрены особенности работы несущего винта при поступательном полете вертолета и устройство несущего и рулевого винтов.

Указания предназначены для студентов специальности 13.03, выполняющих практические работы на учебном аэродроме и получающих рабочую профессию авиационного механика. Подготовлены на кафедре «Эксплуатация летательных аппаратов и двигателей».

Печатаются по решению редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С. П. Королева

Рецензент В. И. Костин

Ц е л ь р а б о т ы — закрепление знаний, полученных при изучении конструкции вертолета Ми-8, приобретение практических навыков по техническому обслуживанию несущего и хвостового винтов и овладение профессией авиационного механика.

1. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Работы выполняются в следующей последовательности:
изучить конструкцию несущего и хвостового винтов;
изучить регламент технического обслуживания;
изучить технологические карты;
изучить вопросы техники безопасности;
ответить на контрольные вопросы;
произвести техническое обслуживание;
оформить дефектную ведомость и карту-наряд.

2. КОНСТРУКЦИЯ НЕСУЩЕГО И РУЛЕВОГО ВИНТОВ

2.1. НЕСУЩИЙ ВИНТ

Несущий винт предназначен для создания подъемной и движущей сил на всех режимах полета, а также для создания моментов продольного и поперечного управления вертолетом. В состав несущего винта входят втулка и пять лопастей.

Для понимания устройства несущего винта рассмотрим кратко некоторые вопросы аэродинамики несущего винта при поступательном полете вертолета.

2.1.1. Аэродинамика несущего винта при поступательном полете вертолета

Согласно теории элемента лопасти каждый ее элемент рассматривается как маленькое крыло, которое движется по криволинейной траектории со скоростью $u = \omega r$ (рис. 1).

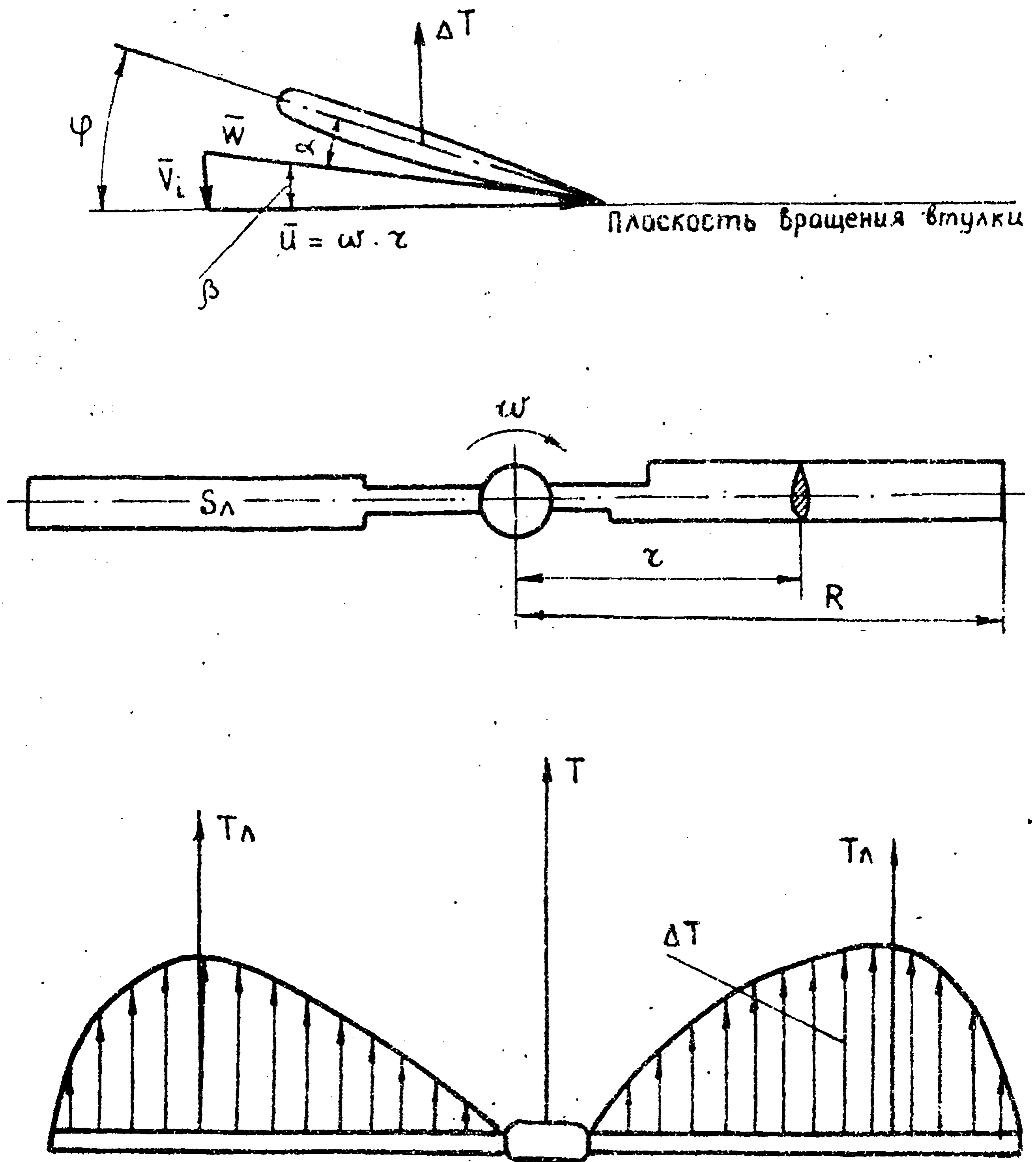


Рис. 1. Возникновение силы тяги по теории элемента лопасти

Если бы профиль лопасти был симметричным и установочный угол $\varphi = 0^\circ$, то не было бы отбрасывания воздуха вниз, а индуктивная скорость V_i и сила тяги T равнялись бы нулю.

При несимметричном профиле лопасти и $\varphi > 0^\circ$ поток воздуха, набегая на элемент лопасти, отклоняется вниз. Это отклонение и, следовательно, индуктивная скорость будут тем больше, чем больше установочный угол элемента и чем больше угловая скорость ω несущего винта. Сложив векторы окружной и индуктивной скоростей, получим результирующий вектор.

Угол α между хордой элемента лопасти и вектором результирующей скорости называется углом атаки элемента лопасти. От этого угла зависят аэродинамические силы, возникающие на лопасти несущего винта.

Вследствие разности давления возникает элементарная сила тяги ΔT . Если просуммировать все элементарные силы, получим силу тяги всего винта

$$T_{\text{л}} = \Sigma \Delta T; T = T_{\text{л}} \cdot k,$$

где k — число лопастей;

$T_{\text{л}}$ — тяга лопасти.

Для определения тяги несущего винта можно использовать формулу, аналогичную формуле подъемной силы крыла

$$T = C_T F \frac{\rho}{2} u_r^2 = C_T \cdot F \frac{\rho}{2} (\omega R)^2, \quad (1)$$

где C_T — коэффициент тяги;

$F = \pi R^2$ — площадь, ометаемая винтом.

В случае движения вертолета с горизонтальной скоростью \bar{V} сила тяги лопасти $T_{\text{л}}$ будет зависеть от ее окружного положения — азимутального угла ψ лопасти (рис. 2). При вращении несущего винта по часовой стрелке лопасти обтекаются потоком воздуха с окружной скоростью \bar{u} и составляющей скорости набегающего потока \bar{V} за счет поступательного движения вертолета. Величина суммарной скорости зависит от азимутального положения лопасти:

$$W = u + V \sin \psi.$$

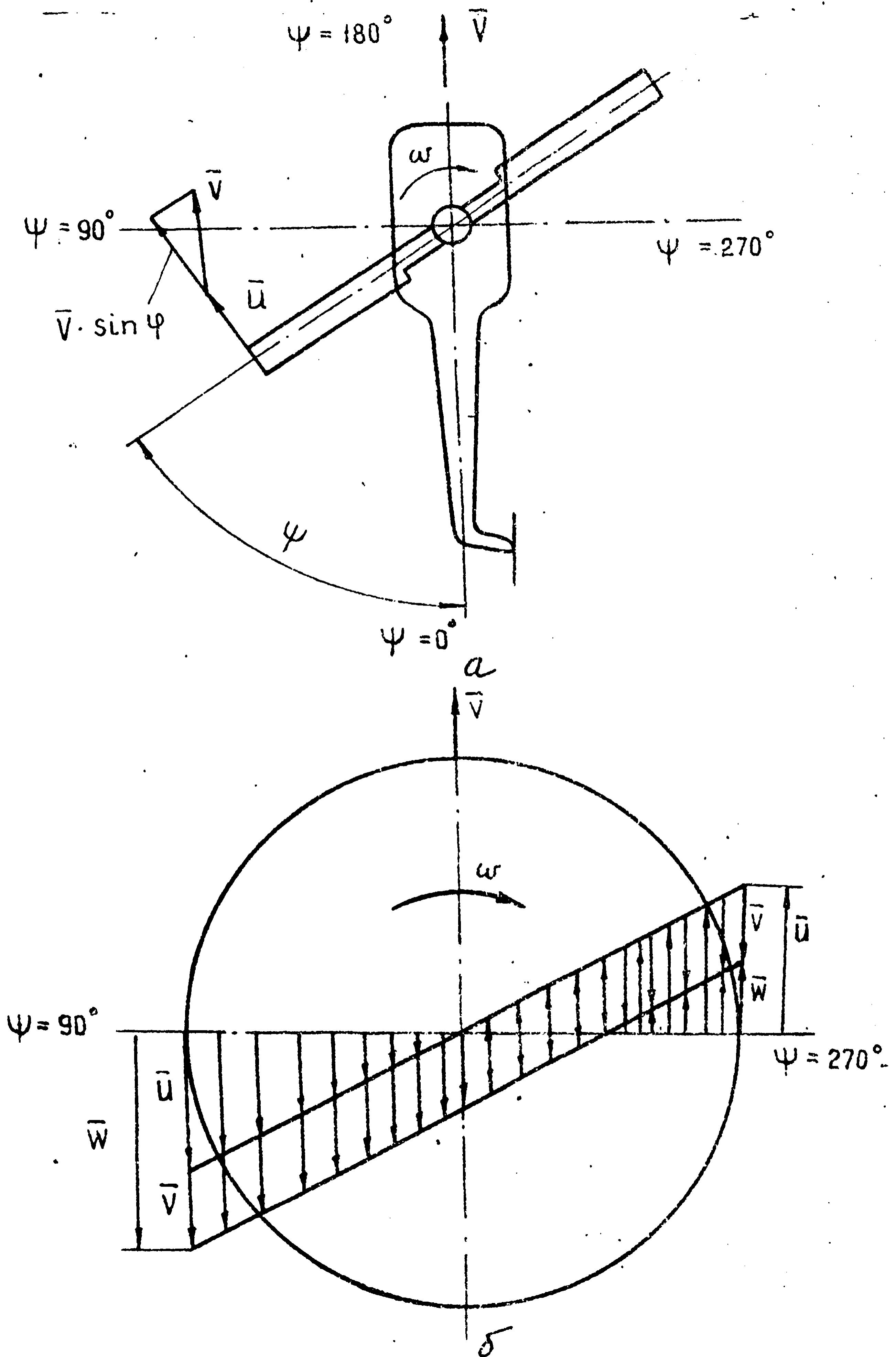


Рис. 2. Схема формирования (а) и эпюры суммарной скорости обтекания лопастей несущего винта (б) при горизонтальном полете в зависимости от азимутального положения лопастей

В азимуте $\psi = 0^\circ, 180^\circ$ $W = u$.

В азимуте $\psi = 90^\circ$, $W = u + V = \omega R + V$.

В азимуте $\psi = 270^\circ$, $W = u - V = \omega R - V$.

Так как подъемная сила лопасти пропорциональна квадрату скорости набегающего потока

$$Y_{\text{л}} = C_Y^\alpha S_{\text{л}} \frac{\rho W^2}{2}, \quad (2)$$

то тяга лопасти в азимуте $\psi = 90^\circ$ будет больше, чем в азимуте $\psi = 270^\circ$. Это приведет к возникновению опрокидывающего момента $M_{\text{опр}} = T a$ (рис. 3), а также к возникновению

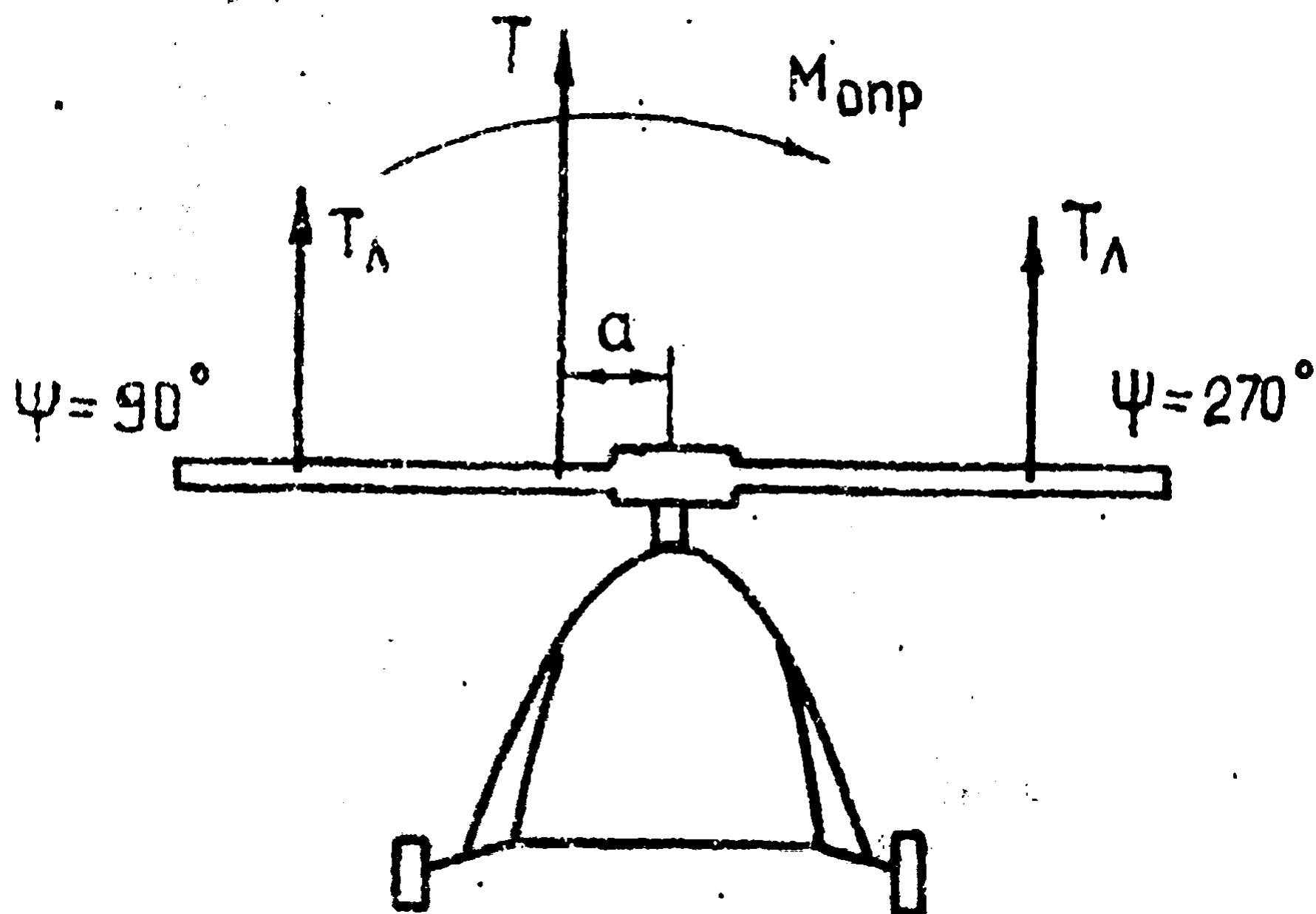


Рис. 3. Опрокидывающий момент силы тяги несущего винта

существенных изгибающих моментов, действующих на лопасти. Переменные изгибающие моменты вызывают усталостные напряжения в материале силовых элементов, что может привести к быстрому разрушению лопастей и повышенной тряске вертолета. К тому же в случае жесткой заделки лопасти в ее корневой части помимо составляющих сил тяги, достигающих значений 90000 Н (9 т), и центробежных сил, превышающих значение 300000 Н (30 т), будут действовать изгибающие моменты величиной более 110000 Н·м. Все это приведет к увеличению веса конструкции, снижению полезной нагрузки вертолета и ограничению величины

скорости поступательного полета. С целью устранения отмеченных недостатков крепление лопастей к втулке несущего винта осуществляется с помощью горизонтальных шарниров.

Лопастей несущего винта, снабженные горизонтальными шарнирами, будут совершать самостоятельные маховые движения при поступательном движении вертолета. Это приведет к перераспределению подъемной силы по азимуту. При движении лопасти к положению $\psi = 90^\circ$ произойдет взмах лопасти вверх. В результате этого лопасть получит дополнительную скорость взмаха $\bar{V}_{y \text{ взм}}$ (рис. 4, а). При сложении скоростей истинная скорость \bar{W} будет направлена к хорде элемента лопасти под меньшим углом атаки,

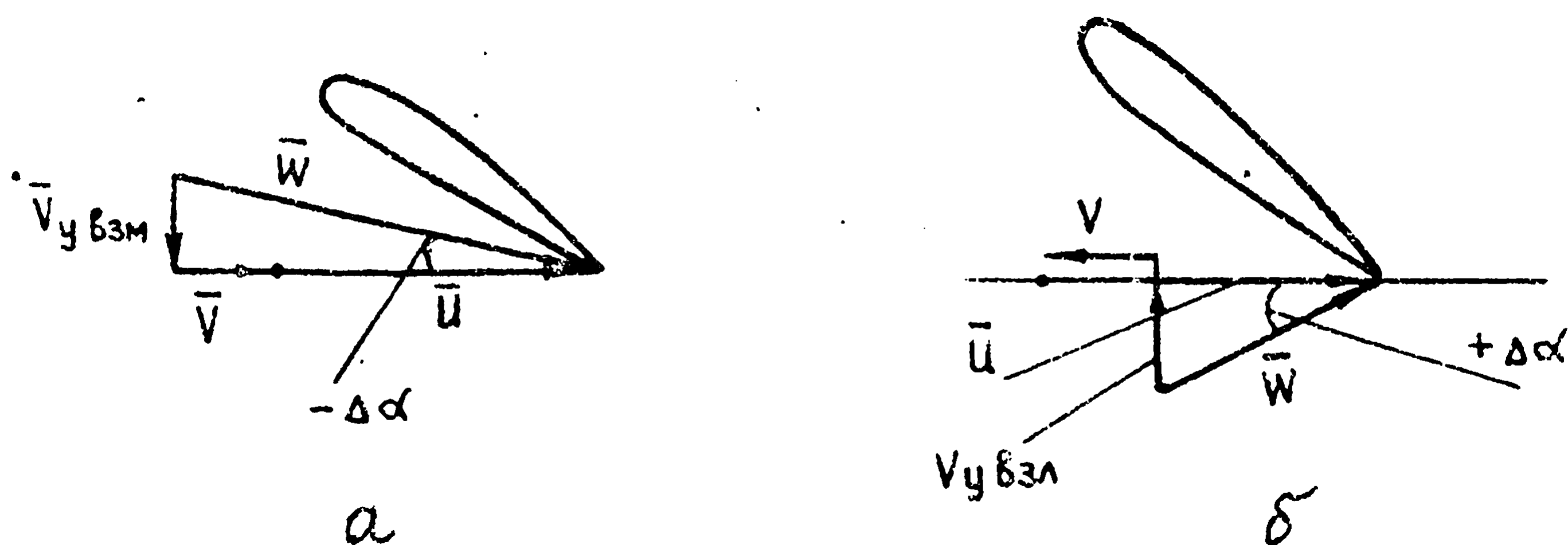


Рис. 4. Зависимость угла атаки элемента лопасти при маховых движениях

лопасти: а - $\psi = 90^\circ$; б - $\psi = 270^\circ$

что приведет к уменьшению C_y^α лопасти и в итоге к уменьшению подъемной силы в азимуте 90° (см. формулу (2)). При движении лопасти к азимуту $\psi = 270^\circ$ истинная скорость обтекания лопасти будет уменьшаться, что приведет к опусканию лопасти относительно горизонтального шарнира. При опускании лопасти произойдет дополнительное обтекание ее снизу, в результате чего угол атаки и соответственно величина C_y^α возрастут. Величина подъемной силы в азимуте 270° возрастет и будет равна величине подъемной силы в азимуте 90° (рис. 4, б). Таким образом, произойдет выравнивание подъемных сил лопастей по азимуту в поступательном полете, что в итоге даст возможность уменьшить величину

опрокидывающего момента $M_{опр}$ и увеличить скорость поступательного полета.

При наличии горизонтальных шарниров лопасти находятся в равновесии под действием системы сил и образуют конус вращения. Изгибающие моменты в месте заделки равны нулю.

Конус вращения несущего винта, образованный лопастями при их работе, ввиду инерционности маховых движений лопастей будет наклонен к плоскости вертолета, образованной осями X и Z влево и назад (рис. 5). Завал конуса вращения назад происходит также за счет «сдувания» конуса назад набегающим потоком

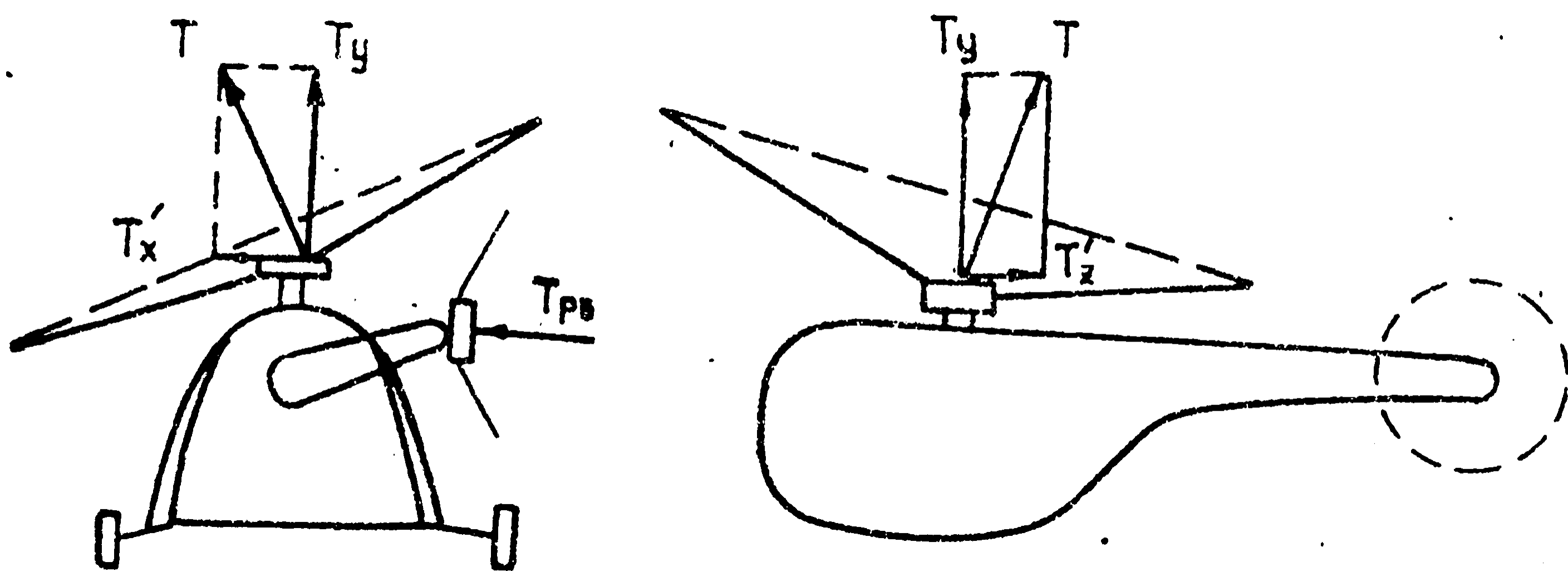
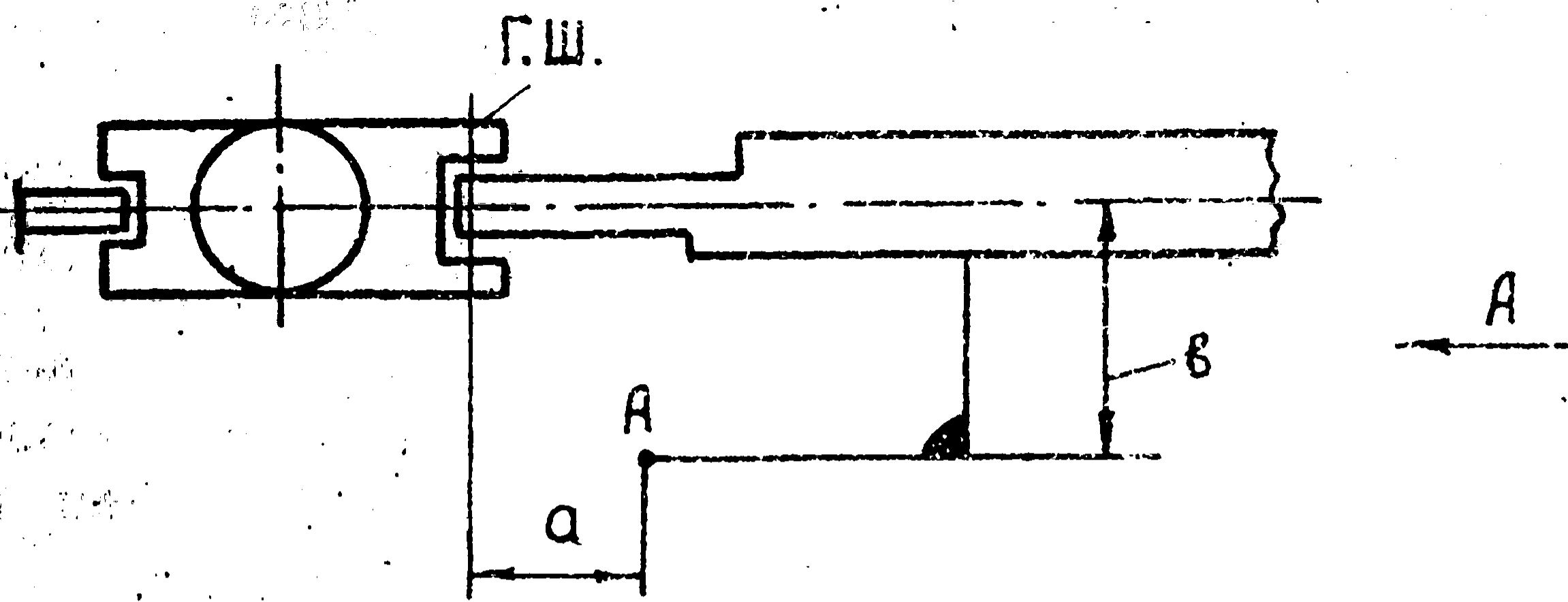


Рис. 5. Составляющие силы тяги вследствие инерционности маховых движений лопастей

воздуха. Для одновинтового вертолета при завале конуса вращения винта влево составляющая T_x' по направлению совпадает с силой тяги рулевого винта T_{PB} , что приводит к полету с левым скольжением и крену. Кроме этого, если не ограничить маховые движения лопастей, то может возникнуть повышенная вибрация вертолета.

Для исключения вышеперечисленных нежелательных явлений в цепь управления несущим винтом включена кинематическая связь, состоящая из поводка и тяги, называемая компенсатором взмаха. Компенсатор взмаха автоматически управляет углом поворота лопасти относительно продольной оси лопасти (оси осевого шарнира) в зависимости от угла взмаха, что позволяет ограничить маховые движения лопасти (рис. 6). Точка подсоединения тяги 1, соединяющей тарелку автомата перекоса с рычагом 2 лопасти,



Вид А

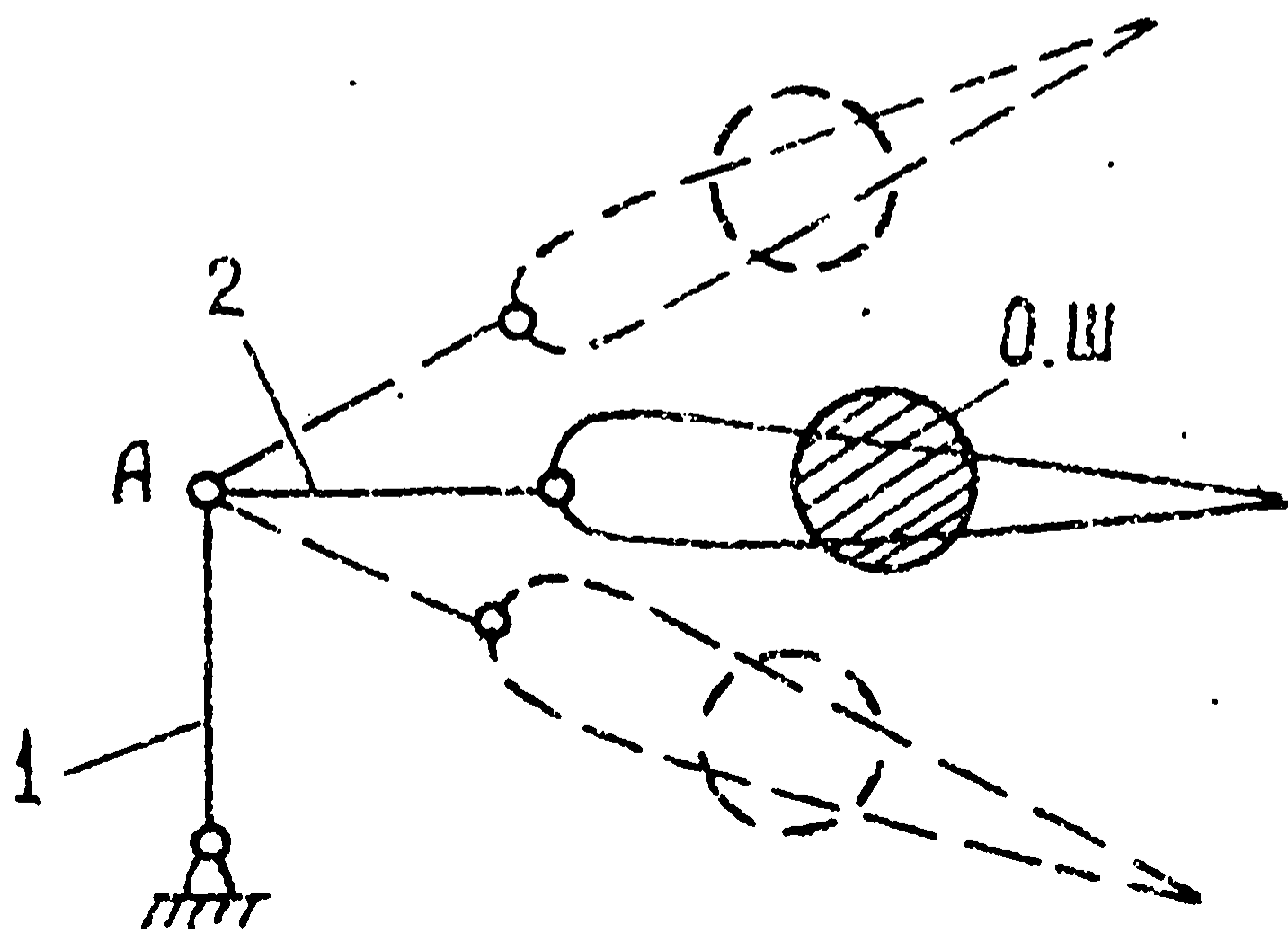


Рис. 6. Компенсатор взмаха

находится на определенном расстоянии «а» от оси горизонтального шарнира и на расстоянии «в» от продольной оси осевого шарнира (рис. 6). Такое местоположение этой точки приводит к тому, что при движении лопасти вверх на угол β ее установочный угол φ уменьшается, а при опускании увеличивается пропорционально изменению угла β :

$$\Delta \varphi = \pm K \Delta \beta,$$

где $K = \frac{a}{b}$ — характеристика регулятора взмаха (для вертолета Ми-8, $K = 0,5$).

Такая компенсация маховых движений лопастей обеспечивает завал конуса вращения назад и вправо, что позволяет уравновесить моменты от сил T'_X и T_{PB} , устранить полет со скольжением и повышенные вибрации вертолета (рис. 7).

Завал конуса назад устраняется предварительным наклоном тарелки автомата перекоса вперед при нейтральном положении ручки управления. Компенсатор взмаха обеспечивает опережение управлением вертолета.

При маховом движении лопастей в плоскости вращения возникают кориолисовы силы F_k (поворотные силы инерции) вследствие

того, что лопасть совершает вращательное движение, а центр масс лопасти перемещается вдоль продольной оси. Сила F_k наряду с силой лобового сопротивления лопасти (рис. 8) вызывает значительные по величине и

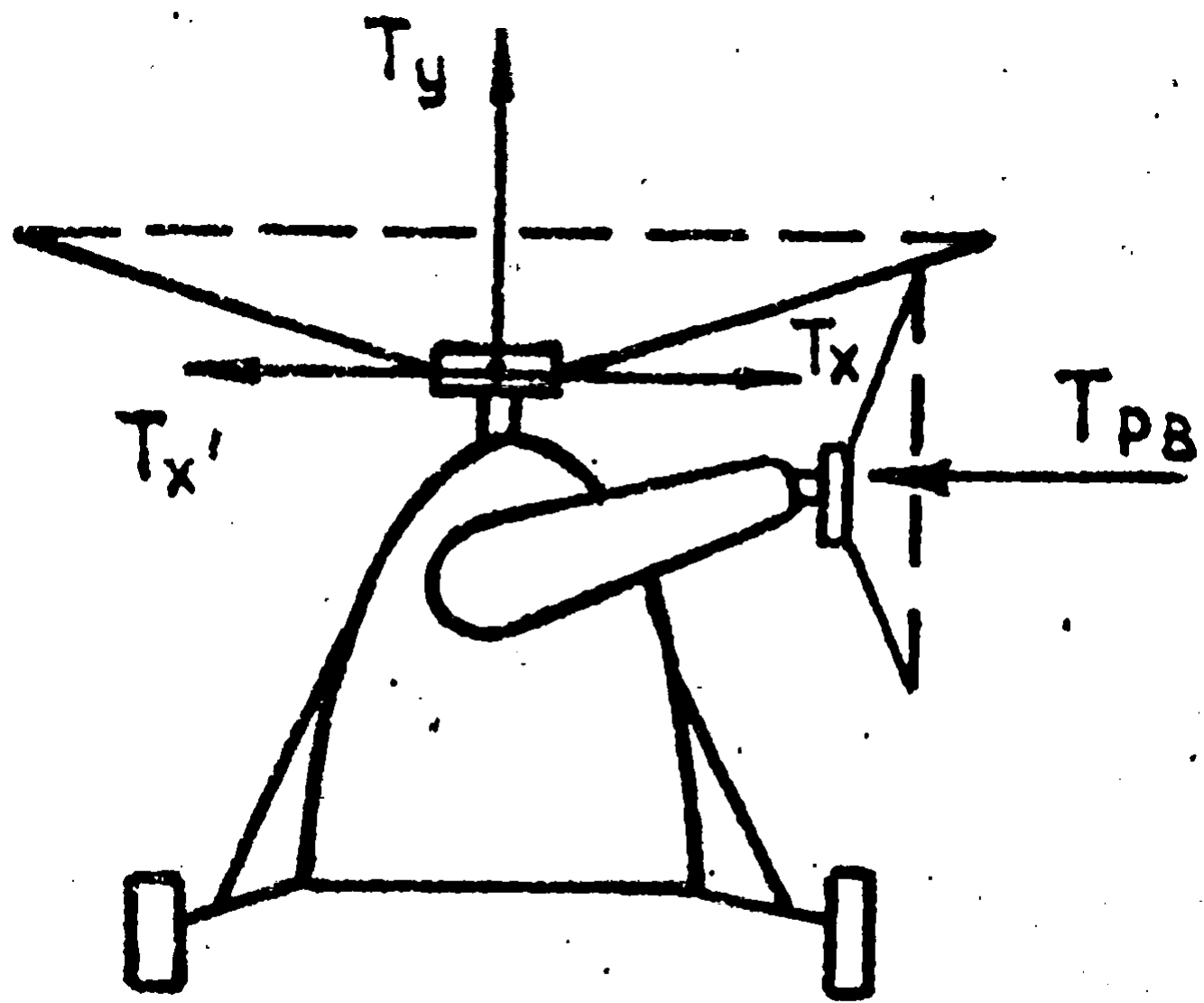


Рис. 7. Уравновешивание сил при работе компенсатора взмаха

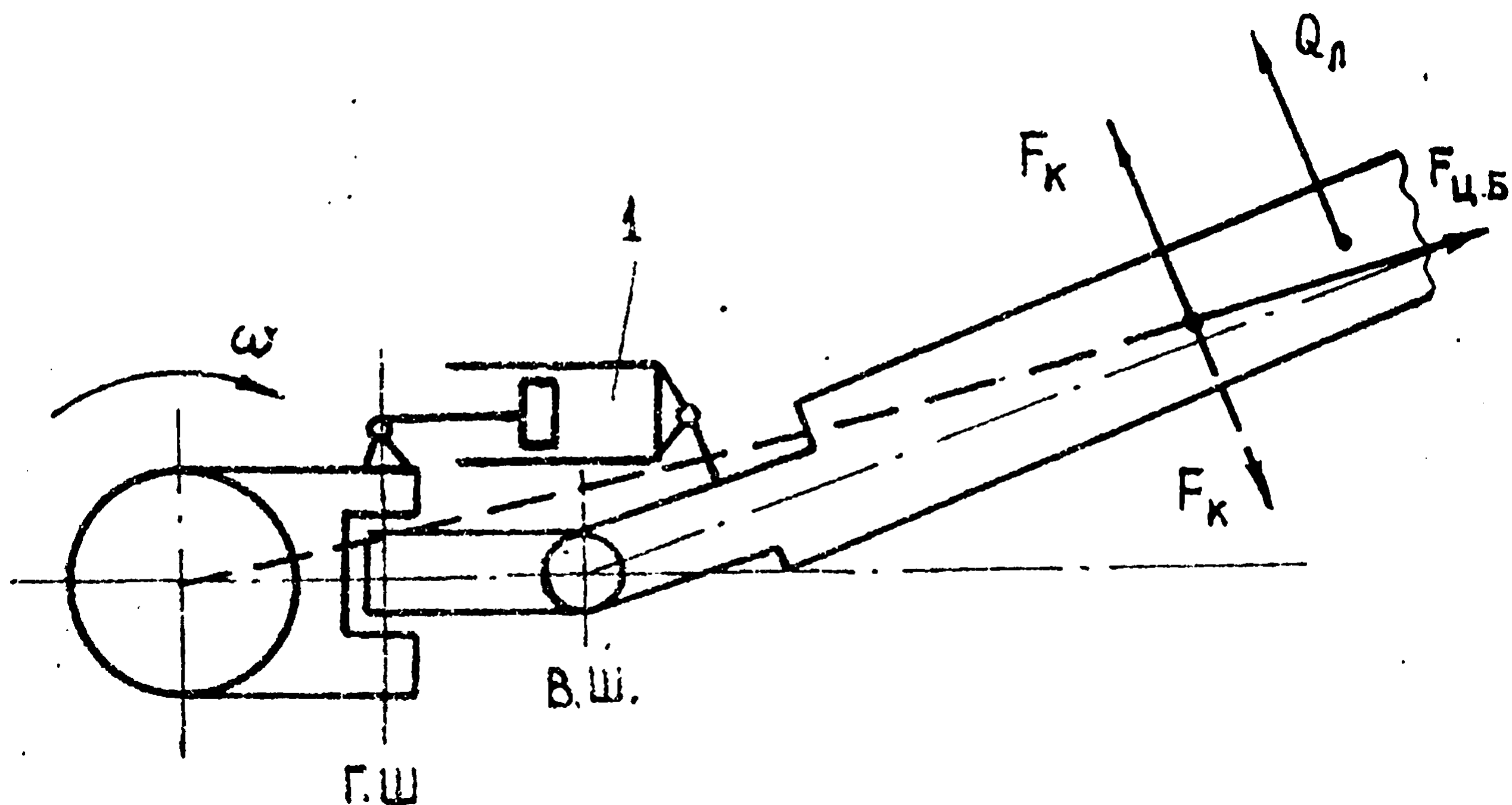


Рис. 8. Установка лопасти на вертикальном шарнире

переменные по направлению изгибающие моменты в плоскости вращения лопасти. Чтобы устранить влияние изгибающего момента, в месте заделки лопасти устанавливают вертикальный шарнир

нижние опоры ограничивают маховые движения лопастей при вращении несущего винта с частотой вращения более 108 мин^{-1} . Нижние упоры на корпусе втулки сделаны съемными, что позволяет заменять их в эксплуатации в случае появления наклепа, трещин или других дефектов.

Вертикальный шарнир втулки несущего винта образован проушинами скобы 6 и проушиной цапфы 9 осевого шарнира. В проушине цапфы осевого шарнира устанавливаются наружные кольца 11 двух игольчатых подшипников и закрепляются гайками 10, ввернутыми в расточку цапфы. Гайки 10 контрятся пластинчатыми замками.

Между наружными кольцами подшипников установлены две бронзовые шайбы 8, которые воспринимают осевую нагрузку, и стальное упорное кольцо 7. Внутренние кольца 12 игольчатых подшипников, упорные кольца 13 надеты на палец 15 вертикального шарнира и стянуты между проушинами скобы гайкой 39. Внутренние кольца подшипников имеют по краям буртики, между которыми укладываются иглы. Палец фиксируется в проушинах скобы сегментной шпонкой.

Внутренняя полость вертикального шарнира уплотняется двумя армированными резиновыми манжетами 38, установленными в расточках гаек 10, и резиновыми кольцами 14 и 40.

Палец 15 вертикального шарнира пустотелый, на нем сверху болтами закреплена крышка 16. В центре крышки имеется нарезка под заливную пробку 17, которая уплотняется медно-асбестовым кольцом.

Колебания лопасти вокруг оси вертикального шарнира ограничиваются упорами на скобе 6 и головной части цапфы 9 осевого шарнира.

Осевой шарнир втулки несущего винта образован соединением цапфы 9 и корпуса 29 осевого шарнира. Цапфа осевого шарнира в головной части имеет два фланца для крепления кронштейнов 60 гидравлического демпфера. Снаружи на цапфе со стороны скобы имеются два нарезных сверления: вверху — под клапан предельного давления, внизу — под пресс-масленку.

Цапфа имеет хвостовик с резьбовым участком на конце. На хвостовике цапфы установлены подшипники осевого шарнира: два шариковых радиальных 24 и 30, которые воспринимают усилия

от изгибающих моментов, действующих на лопасть, один роликовый 27, воспринимающий центробежную силу, действующую на лопасть.

На хвостовик цапфы при сборке устанавливается гайка 22 корпуса осевого шарнира с манжетами, маслоотражательное кольцо 23, радиальный шарикоподшипник 30, после чего все детали стягиваются гайкой 31, которая контрится стопорным кольцом 33.

Корпус 29 осевого шарнира выполнен в виде стакана, на днище которого с наружной стороны имеется гребенка с проушинами для крепления лопасти. На другом конце внутри стакана имеется резьба под гайку 19 и наружный фланец для крепления рычага поворота лопасти 83. В корпусе осевого шарнира устанавливаются регулировочное кольцо 34, две тарельчатые пружины 35 и шайба 36, а затем вставляется хвостовик цапфы с закрепленными на нем деталями и подшипниками. Весь узел затягивается гайкой 19. Уплотнение внутренней полости осевого шарнира обеспечивается резиновыми кольцами 30 и манжетами 21.

Смазка подшипников осевого шарнира осуществляется маслом, заливаемым в корпус осевого шарнира через верхнее отверстие в корпусе, а слив масла производится через отверстие снизу.

Рычаг поворота 83 лопасти крепится к фланцу корпуса осевого шарнира четырьмя болтами 84, два из которых, расположенные ближе к оси вращения винта, разгружены от срезающих усилий втулками 85. Конец рычага поворота лопасти имеет цилиндрическую полость, в которой на двухрядном радиально-упорном шарикоподшипнике 80 и радиальном роликовом подшипнике 77 установлен валик 75. Наружные кольца подшипников удерживаются в полости рычага крышкой, которая притянута к фланцу на торце рычага четырьмя болтами. Внутренние кольца подшипников стянуты на валике гайкой 31, законтренной пластинчатой шайбой. Между одноименными кольцами подшипников установлены распорные втулки 78 и 79. Для зашприцовки смазки в полость рычага поворота лопасти в рычаг ввернута масленка 82. В проушине валика 75 на двух шарикоподшипниках 74 устанавливается палец, соединяющий рычаг поворота лопасти с тягой автомата перекоса.

Внутри каждой скобы 6 втулки несущего винта (см. рис. 10) смонтирован механизм центробежного ограничителя свеса (рис. 11). Он состоит из противовеса 1, пальцев 2 и 5, тяги 4, пружины 3 и собачки 6. При раскрутке несущего винта по мере увеличения скорости вращения действующая на противовес 1

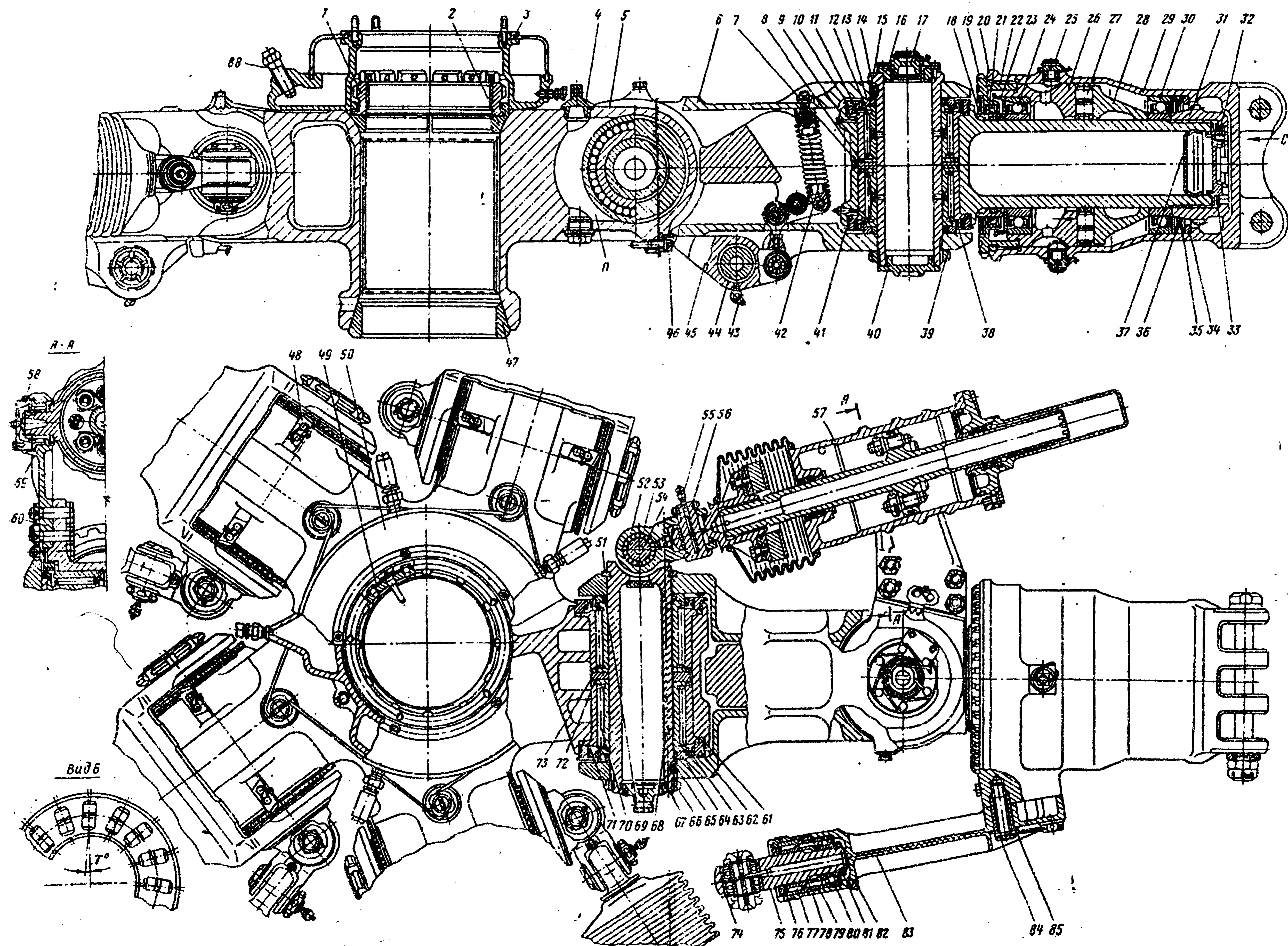


Рис. 10. Втулка несущего винта: 1, 10, 22, 31, 39, 58, 62, 66, 81 — гайки; 2 — верхний конус; 3 — бачок гидродемпферов; 4, 17, 25 — пробки; 5, 26, 78, 79, 85 — втулки; 6 — скоба; 7, 11, 12, 13, 14, 18, 20, 23, 28, 33, 34, 40, 51, 61, 64, 68, 69, 71, 73 — кольца различного назначения; 8, 36, 72 — шайбы; 9 — цапфа осевого шарнира; 15, 44, 54, 56, 67 — пальцы; 16, 76 — крышки; 19, 21, 38, 63 — манжеты; 24, 30, 50, 59, 70, 74, 77, 80 — подшипники; 27 — сепаратор роликового подшипника; 29 — корпус осевого шарнира; 32 — пластинчатый сепаратор; 35, 41 — пружины; 37 — заглушка; 42 — противовес; 43, 55, 82 — пресс-масленки; 45 — собачка центробежного ограничителя свеса лопасти; 46 — нижний упор; 47 — нижний конус; 48, 49 — контрольные пластины; 50 — контрольный штифт; 52 — серьга; 57 — гидродемпфер; 60 — кронштейн; 65 — шпонка; 75 — валик рычага поворота лопасти; 83 — рычаг поворота лопасти; 84 — болт

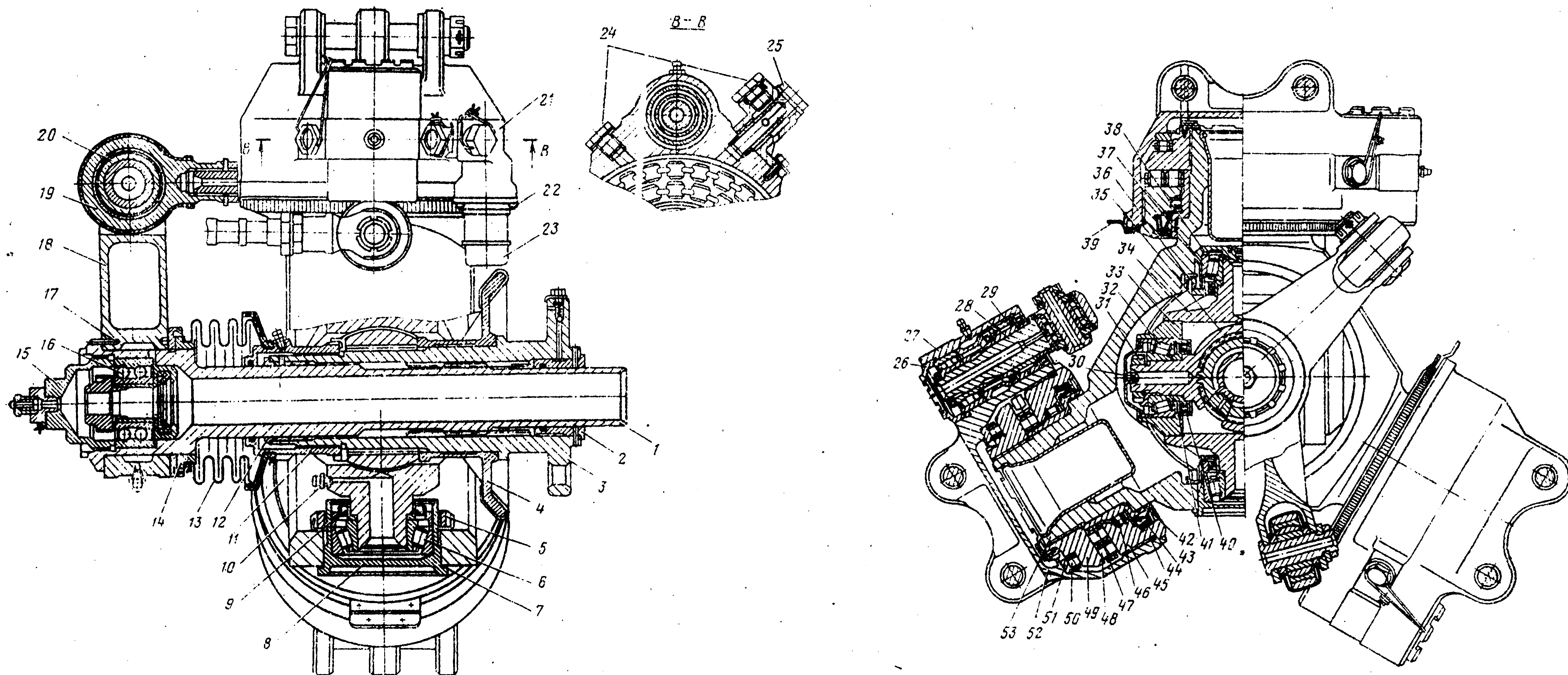


Рис. 15. Втулка хвостового винта: 1 — ползун; 2, 12, 53 — втулки; 3 — ступица; 4 — ограничитель взмаха; 5, 11, 14, 31, 36, 45, 49 — гайки; 6, 32, 46, 48, 50 — роликовые подшипники; 7, 38, 41 — регулировочные кольца; 8, 33, 37 — стаканы роликоподшипников; 9, 40, 43 — армированные манжеты; 10 — пресс-масленка; 13 — резиновый чехол; 15 — резьбовая крышка; 16, 27 — шариковые подшипники; 17 — штифт; 18 — поводок; 19 — регулировочная тяга; 20 — сферический шарнирный подшипник; 21 — масляный бачок; 22 — болт; 23 — колпачок; 24 — пробки; 25 — специальный винт; 26 — колпачковая гайка; 28 — валик; 29 — игольчатый подшипник; 30 — крышка; 34 — корпус кардана; 35 — траверса; 39 — шайба; 42, 44 — уплотнительные кольца; 47 — упорное кольцо; 51 — кольцо упорного подшипника; 52 — корпус осевого шарнира

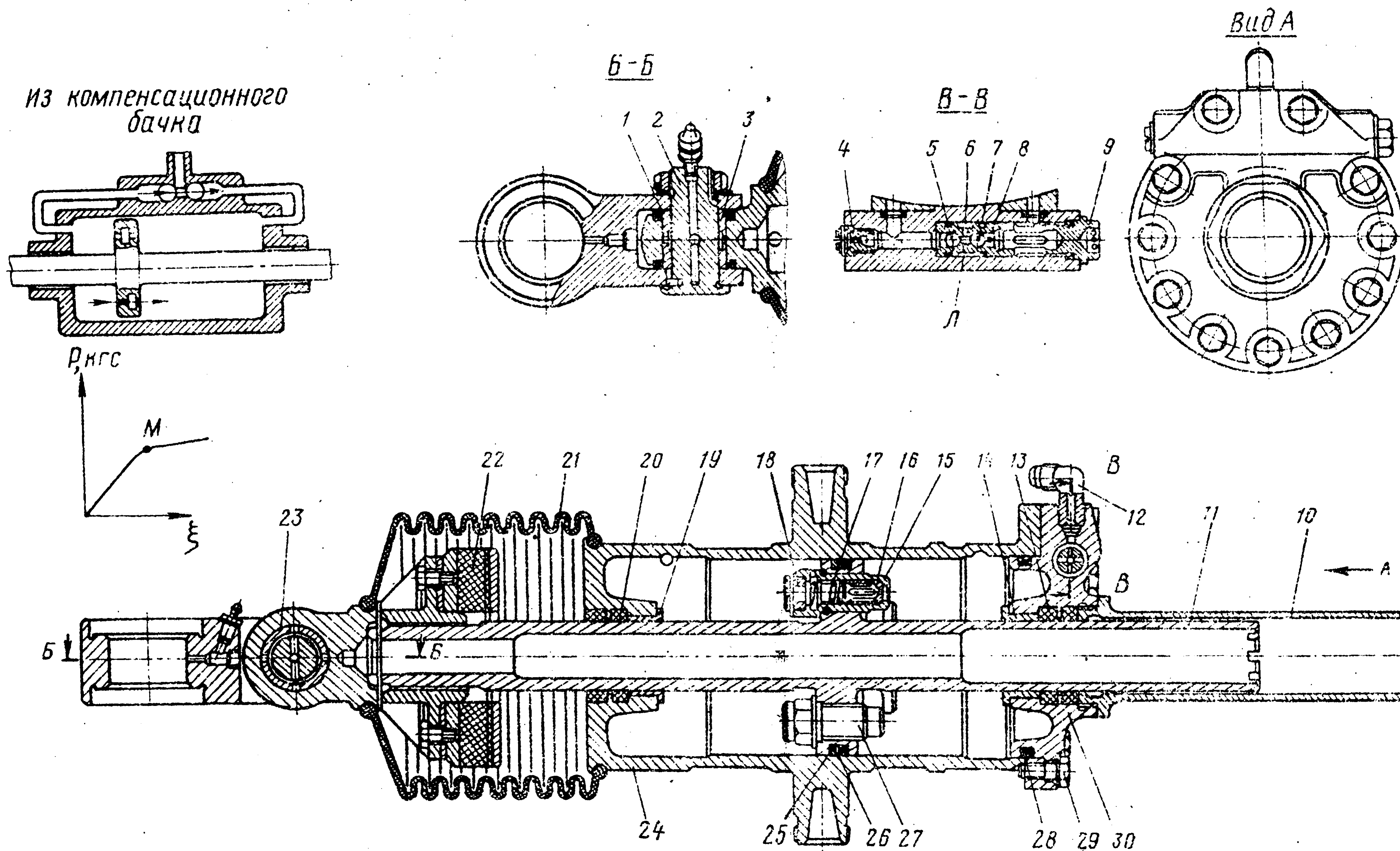


Рис. 12. Гидравлический демпфер втулки несущего винта: 1, 14, 19 — бронзовые втулки; 2 — палец; 3, 13, 20, 28 — уплотнительные кольца; 4 — заглушка; 5, 7 — большие шарики; 6 — малый шарик; 8, 16, 27 — клапаны; 9 — пробка; 10 — стакан; 11 — шток; 12 — подсоединительный угольник; 15 — корпус перепускного клапана; 17 — пружина; 18 — гайка; 21 — чехол; 22 — амортизатор; 23 — корпус упора; 24 — цилиндр; 25 — цапфа; 26 — поршневые кольца; 29 — болт; 30 — крышка

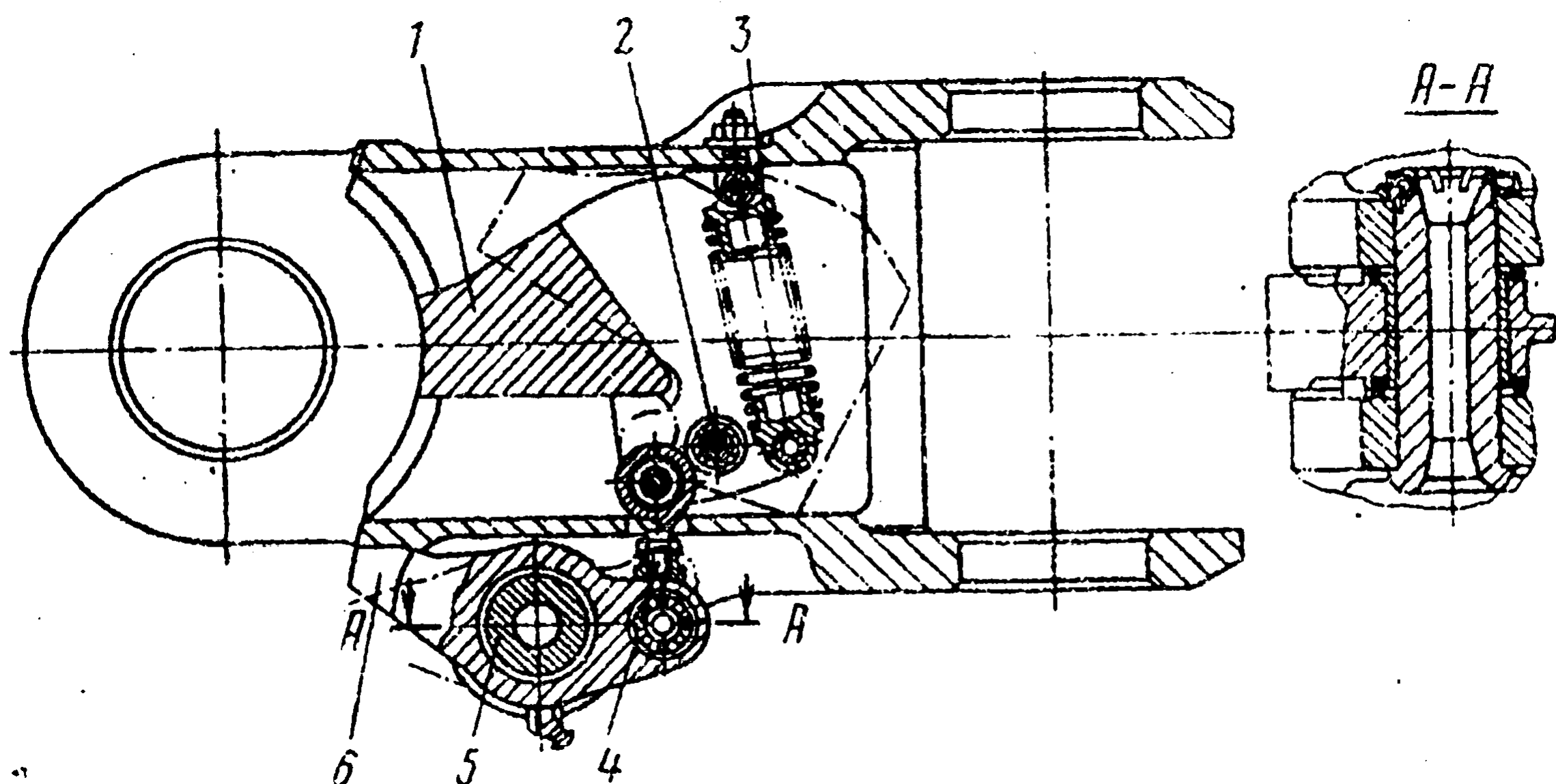


Рис. 11. Центробежный ограничитель свеса лопастей

центробежная сила начинает поворачивать противовес и собачку 6. При достижении частоты вращения 108 мин^{-1} упор собачки ограничителя отойдет вниз настолько, что при маховом движении лопасти уже не будет ограничивать ее взмах вниз. При частоте вращения несущего винта более 108 мин^{-1} маховые движения лопастей вниз ограничиваются постоянными упорами скобы, которые позволяют отклоняться лопасти вниз на угол 4° .

С уменьшением частоты вращения несущего винта менее 108 мин^{-1} (вследствие уменьшения центробежной силы противовеса) начинается обратное движение частей механизма и при частоте вращения 95 мин^{-1} и менее пружина 3 установит противовес 1 и собачку 6 в исходное положение, при котором свес лопастей ограничивается углом в $1^\circ 40'$.

Гидравлический демпфер 57 (рис. 12, вкладка) предназначен для демпфирования колебаний лопасти относительно вертикального шарнира с целью предотвращения вибрации типа «земной резонанс». Стальной цилиндр 24 гидродемпера двумя цапфами установлен в игольчатых подшипниках (см. рис. 10) на кронштейнах 60, каждый из которых болтами укреплен на фланцах цапфы 9. Подшипники закреплены в гнездах кронштейна колпачковыми гайками 58 с пресс-масленками для смазки.

Компенсационный бачок демпфера устанавливается на верхней части корпуса втулки несущего винта на шпильках. Сверху к основанию приклеен колпак из органического стекла, что обеспечивает хороший контроль наличия жидкости в бачке. Доливка

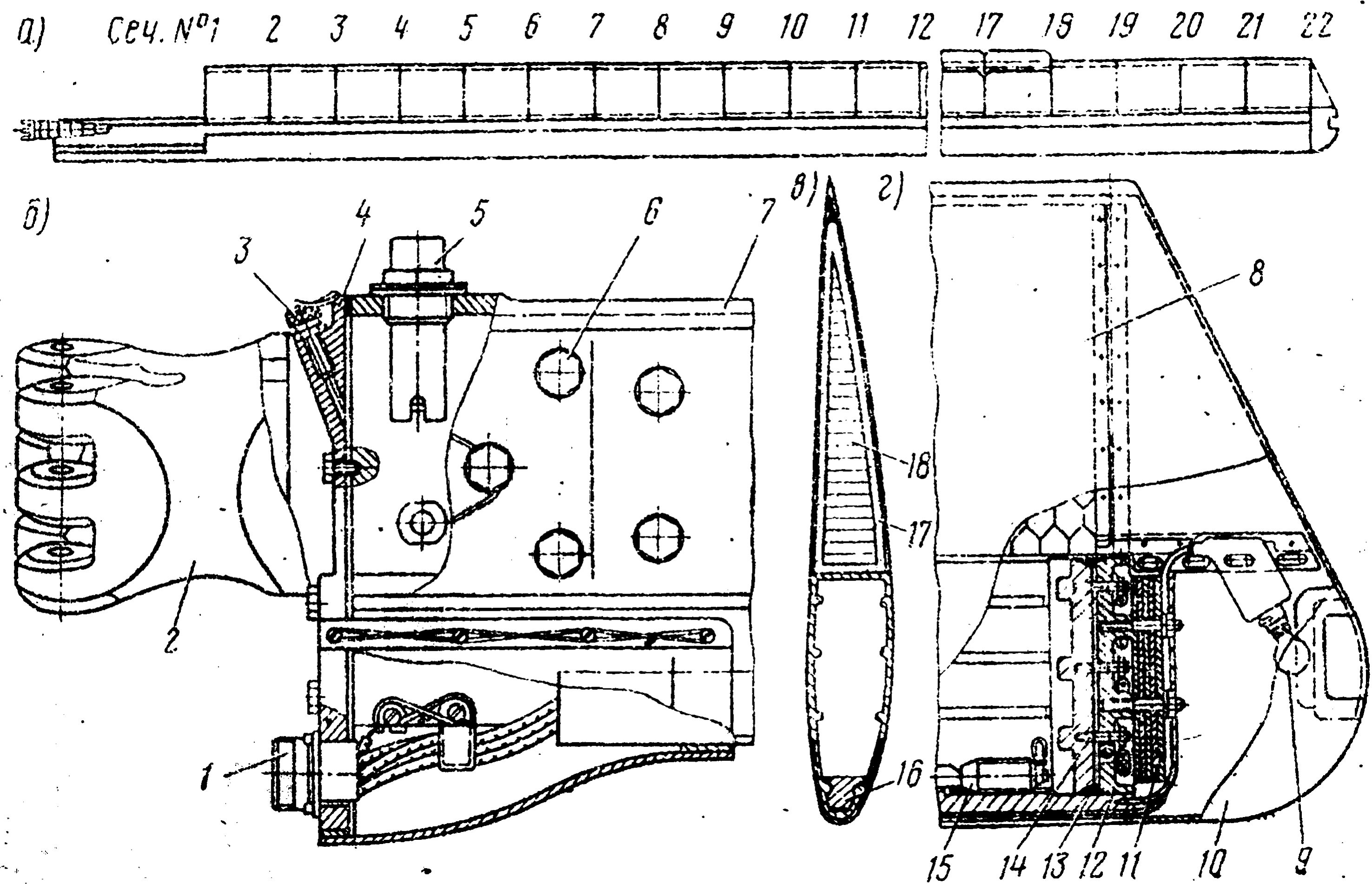


Рис. 13. Лопасть несущего винта: а — общий вид лопасти несущего винта; б — комлевая часть лопасти; в — сечение лопасти; 2 — концевая часть лопасти; 1 — штепсельный разъем; 2 — наконечник лопасти; 3 — зарядный вентиль с золотником и колпачком-ключом; 4 — крышка-заглушка полости лонжерона; 5 — сигнализатор давления воздуха; 6 — болты крепления наконечника к лонжерону; 7 — лонжерон; 8 — отсек лопасти; 9 — лампа контурного огня; 10 — защитная накладка; 11 — пластины балансировочного груза; 12 — заглушка герметизации полости лонжерона; 13 — резиновый вкладыш; 14 — прижим; 15 — винтовой упор; 16 — противовес; 17 — межотсечный вкладыш; 18 — сотовый наполнитель

жидкости в бачок производится через имеющуюся на колпаке заливную горловину с крышкой. Уровень жидкости должен быть не выше риски на колпаке бачка и не ниже нижней кромки колпака.

2.1.3. Лопасть несущего винта

Лопасть несущего винта (рис. 13) имеет прямоугольную форму в плане с хордой 520 мм.

Лопасть цельнометаллической конструкции имеет геометрическую крутку, т. е. установочный угол сечения лопасти изменяется вдоль радиуса по линейному закону до 5° у сечения 4, до 0° — у сечения 22. Она состоит из лонжерона 7, хвостовых отсеков 8, стального наконечника 2, противовесов 16 и концевой части лопасти. Для защиты от обледенения лопасти оборудованы противообледенительной системой электротеплового действия.

Основным силовым элементом лопасти является лонжерон 7, представляющий собой пустотелую балку с внутренним постоянным контуром. Наружная передняя поверхность лонжерона обработана в соответствии с теоретическим контуром профиля. Лонжероны имеют систему сигнализации повреждения с визуальным сигнализатором.

Стальной комлевый наконечник 2, предназначенный для крепления к втулке, укрепляется на лонжероне с помощью болтов. Средние болты — сквозные, крайние установлены во втулках, разгружающих их от срезающего усилия. Торец лонжерона закрыт герметизирующей крышкой-заглушкой 4. На крышке крепится штепсельный разъем 1 и устанавливается вентиль 3, предназначенный для зарядки сжатым воздухом внутренней полости лонжерона. В задней стенке лонжерона в комлевой его части имеется резьбовое отверстие, в котором на герметике установлен сигнализатор давления 5 системы сигнализации повреждения лонжерона.

Хвостовые отсеки 8, образующие хвостовую часть лопасти, по конструкции одинаковы. Каждый отсек состоит из обшивки, сотового заполнителя 18, двух боковых нервюр и хвостового стрингера, которые склеиваются друг с другом клеем.

Отсеки приклеиваются к задней стенке лонжерона. Для предотвращения перетекания воздуха из области повышенного давления (под лопастью) в область пониженного давления (над лопастью) между отсеками вклеены уплотнительные вкладыши.

На отсеках 16 и 17 установлены две триммерные пластины, предназначенные для изменения моментных характеристик профиля лопасти.

С целью получения необходимой поперечной центровки лопасти, что необходимо для увеличения критической скорости флаттера лопасти, в носке лонжерона между отсеками 18—22 устанавливается противовес 16.

На концевой части лопасти установлен концевой обтекатель, передняя часть 10 (защитная накладка) которого является съемной, а хвостовая — несъемной. Под концевым обтекателем устанавливаются лампа контурного огня 9, узел балансировочных пластин 11 и герметизирующий узел.

Система сигнализации повреждения лонжерона лопасти — пневматическая с визуальным сигнализатором давления. Система состоит из заглушек, установленных по торцам лонжерона и герметизирующих его внутреннюю полость, вентиля с золотником и сигнализатора давления.

Сигнализатор давления (рис. 14) состоит из корпуса 2 с колпачком 1, изготовленного из органического стекла, и чувствительного элемента 3. Чувствительный элемент представляет собой сильфон, закрепленный в корпусе. Внутри сильфона находится инертный газ (гелий), давление которого составляет 0,105—0,110 МПа (1,05—1,1 кгс/см²).

Внутренняя полость корпуса сигнализатора сообщается с внутренней полостью лонжерона, в которую через вентиль накачивается сжатый воздух до давления, на 0,015 МПа (0,15 кгс/см²) превышающего давление срабатывания сигнализатора.

В случае появления на лонжероне лопасти сквозной тре-

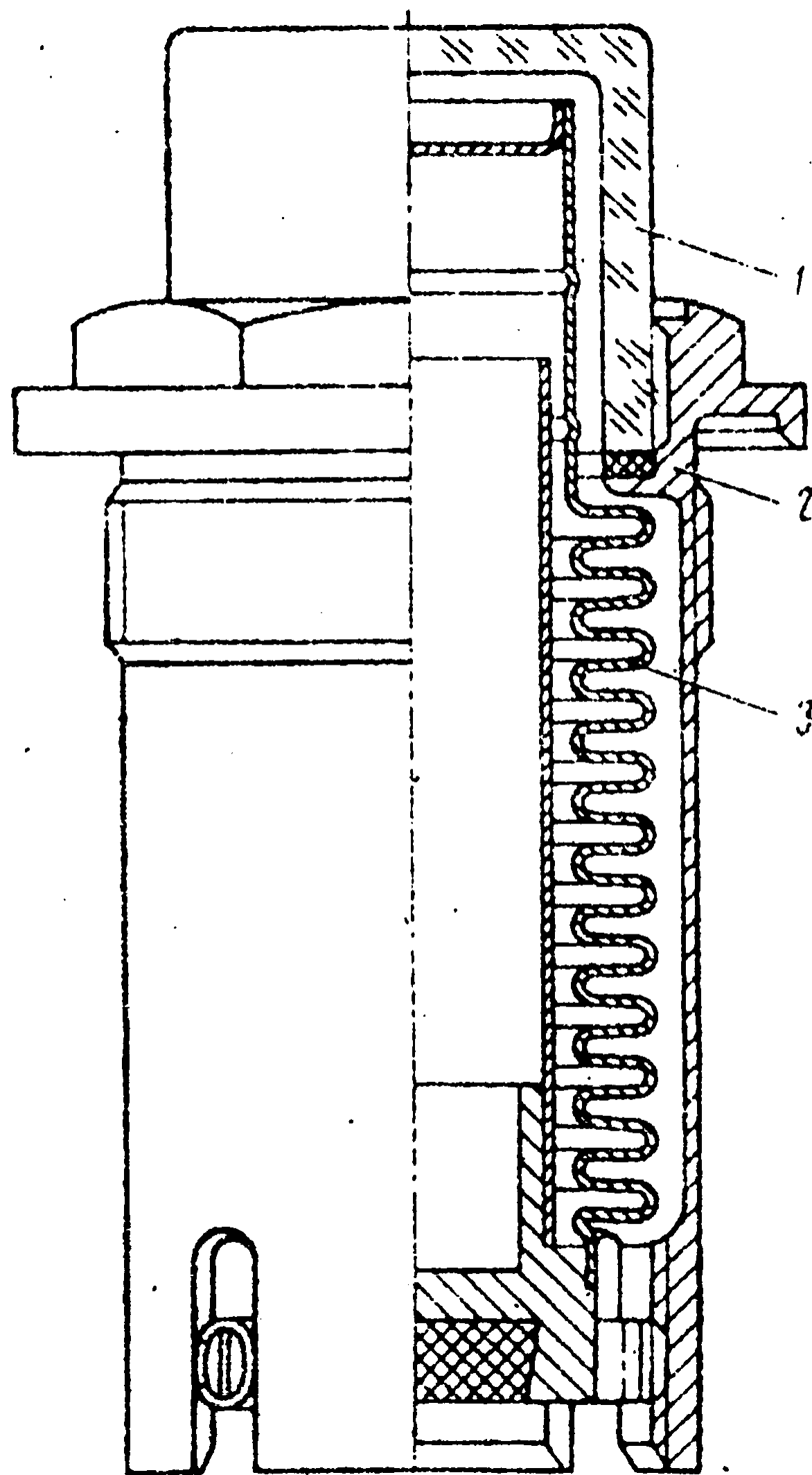


Рис. 14. Сигнализатор давления воздуха: 1 — прозрачный колпачок; 2 — корпус; 3 — сильфон

щины или нарушения герметичности лонжерона по какой-либо другой причине давление в полости лонжерона и в полости корпуса сигнализатора выравнивается с атмосферным. Силами упругости и внутреннего давления сильфон разжимается и выталкивает красный колпачок из корпуса.

2.2 РУЛЕВОЙ ВИНТ

Рулевой винт (по типу --- толкающий ВИШ) предназначен для создания силы тяги, момент которой уравнивает реактивный момент несущего винта, а также обеспечивает путевой момент управления.

В полете (при работающих двигателях) рулевой винт создает силу тяги, направленную влево (если смотреть на вертолет сзади).

Реверсивный рулевой винт может создавать тягу как тянущий (при полете на режиме самовращения несущего винта).

Втулка рулевого винта имеет совмещенные горизонтальные шарниры типа «Кардан», что позволяет лопастям при кривой обдувке совершать маховые движения относительно плоскости вращения втулки.

Наличие в конструкции втулки винта компенсатора взмаха с коэффициентом $K = 1$ приводит к уменьшению амплитуды маховых колебательных движений лопастей.

Для изменения шага лопастей втулка винта имеет осевые шарниры. Управление шагом лопастей осуществляется с помощью поводка, соединяющегося со штоком механизма изменения шага хвостового редуктора, а также тремя тягами с шаровыми шарнирами и рычагами поворота лопастей.

Лопасть рулевого винта имеет противообледенительное устройство электротеплового действия.

Рулевой винт состоит из втулки и трех лопастей, соединенных со втулкой стыковочными болтами.

2.2.1. Втулка рулевого винта

Втулка рулевого винта предназначена для передачи крутящего момента на лопасти, а также для восприятия аэродинамических сил и передачи их через редуктор на хвостовую балку.

Втулка (рис. 15, вкладка) состоит из следующих узлов: ступицы с фланцем крепления винта, кардана, осевых шарниров, ползуна с поводком, тягами управления и узлами валика.

Ступица 3 втулки изготовлена за одно целое с фланцем, которым она с помощью болтов крепится к фланцу вала хвостового редуктора. На ступице установлены: ограничитель взмаха 4, траверса 35, затянутая гайкой 11. На гайку 11 устанавливается масленка для смазки подшипников ползуна и ограничитель, предохраняющий чехол 13 от повреждения о гайку. Внутри ступицы 3 имеются эвольвентные шлицы, по которым перемещается ползун 1. Направляющими ползуна являются бронзовые втулки 2 и 12. Выход ползуна из ступицы в сторону хвостового редуктора уплотняется резиновым уплотнительным кольцом, установленным в концевой канавке нижней втулки 2. В расточку фланца ступицы 3 вмонтирован клапан предельного давления. На буртике гайки 11 с внутренней стороны (в кольцевой канавке) установлено уплотнение, предотвращающее попадание пыли и выход смазки.

Манжета 40 предохраняет полость подшипника от попадания пыли, влаги и в то же время служит клапаном при шприцовке смазки через полость подшипника.

Кардан втулки состоит из траверсы 35, корпуса 34 кардана и корпуса втулки 53.

Траверса 35 внутренними эвольвентными шлицами устанавливается на ступице 3. На двух цапфах траверсы установлены внутренние кольца роликовых подшипников 32 и регулировочные кольца 41, стянутые гайками 31, которые фиксируются стопорными шайбами. Регулировочными кольцами 41 обеспечивается необходимый предварительный натяг подшипников 32.

Корпус 34 кардана имеет вид крестовины, во внутренние цилиндрические расточки которой запрессованы стальные стаканы 33 для установки наружных колец роликовых подшипников 32. Крышка 30 зафиксирована от осевого перемещения пружинным кольцом; между крышкой 30 и наружным кольцом подшипника 32 установлено регулировочное кольцо. В отверстие крышки 30 ввернута пресс-масленка 10 для зашприцовки смазки в полость роликового подшипника 32.

На наружных цапфах корпуса кардана, ось которых составляет угол 90° с осью внутренней цилиндрической расточки корпуса, установлены стальные кольца под уплотнительные манжеты 9 и внутренние кольца конических роликовых подшипников 6. Предварительный натяг подшипников производится подбором по толщине регулировочных колец 7. Регулировочное кольцо 38 обеспечивает совпадение оси кардана с вертикальной осью винта.

Кардан втулки является совмещенным горизонтальным шарниром, общим для всех лопастей рулевого винта. Он обеспечивает наклон плоскости вращения корпуса втулки и лопастей в зависимости от серии винта на угол $+8^{\circ} \dots +10^{\circ}$ в любую сторону от плоскости вращения ступицы 3.

Корпус втулки 53 имеет три цапфы, угол между осями которых равен 120° . Цапфы совместно с корпусами 52 осевых шарниров образуют осевые шарниры втулки. На цапфу напрессовывается упорное кольцо 47, на котором установлены роликовый подшипник 46 и двухрядный упорный роликовый подшипник 48. Наружным кольцом подшипника 46, воспринимающего радиальные нагрузки от перерезывающих сил, является гайка 45 корпуса осевого шарнира. Упорное кольцо 47 зажимается на цапфе гайкой 49, законтренной пластинчатым замком. Беговыми дорожками для роликов подшипника 48 являются цементированные торцы гаек 45 и 49. Преднатяг подшипника 48 осуществляется с помощью упорного роликового подшипника 50 путем подбора кольца 51. Беговыми дорожками роликов подшипника 50 являются поверхности торца гайки 49 и кольца 51, установленного в корпусе 42 осевого шарнира.

Уплотнение полости осевого шарнира осуществляется резиновой армированной манжетой 43, резиновыми кольцами 42 и 44.

К корпусу осевого шарнира болтами 22 и специальным винтом 25 крепится масляный бачок 21. Бачок имеет стеклянный колпачок 23, через стенки которого визуально определяется наличие масла в бачке. Заправка бачка маслом осуществляется через отверстия, закрытые пробками 24.

Корпус 52 осевого шарнира снаружи имеет гребенку для крепления лопасти. В расточке бокового прилива корпуса на двухрядном шариковом 27 и игольчатом 29 подшипниках установлен валик 28 поворота лопасти.

Уплотнение полости подшипников осуществляется двумя манжетами. В приливе корпуса имеется нарезное отверстие под пресс-масленку 10 для смазки подшипников валика 28. В головке валика установлены два шариковых радиальных подшипника.

Узел поводка, обеспечивающий изменение шага хвостового винта, состоит из ползуна 1, поводка 18 и регулировочных тяг 19 поворота лопастей. Поводок напрессован на ползун и затянут гайкой 14, зафиксированной стопорной шайбой. В крышке имеется клапан предельного давления, через который выходит отработанная смазка при замене.

С внутренней стороны в расточку ползуна устанавливается корпус с армированной манжетой, обеспечивающей уплотнение полости подшипника 16. На поводке 18 сделано нарезное отверстие под пресс-масленку 10 для смазки двойного шарикового подшипника 16. Выступающая из ступицы часть ползуна между поводком и ступицей закрыта защитным резиновым чехлом 13. Поводок 18 имеет три рычага, оканчивающихся вилками, в которые входят ушки тяг поворота лопастей.

Тяга 19 поворота лопасти состоит из вилки, стержня и ушка. Стержень тяги имеет в средней части буртик с лысками под ключ и заканчивается резьбовыми участками с обоих концов. На стержень накручены вилка и ушко, фиксирующиеся контргайками. Вилка тяги соединяется болтом с валиком 28, а ушко — с рычагом поводка 18. Соединение ушка с поводком осуществляется с помощью сферического самосмазывающегося шарнирного подшипника 20, установленного в отверстии ушка тяги.

При изменении шага хвостового винта ползун 1, перемещаясь в направляющих втулках 2 и 12 через поводок 18 и тяги 19, поворачивает лопасти.

Внутреннее кольцо двухрядного радиально-упорного подшипника со втулкой крепится к штоку хвостового редуктора гайкой.

По наружному кольцу подшипник фиксируется резьбовой крышкой, которая контрится проволокой. В резьбовой крышке установлен клапан предельного давления, а на поводке во впадине — пресс-масленка. Смазка узла поводка производится до появления свежей смазки из клапана предельного давления.

2.2.2. Лопасть рулевого винта

Лопасть рулевого винта (цельнометаллическая прямоугольной формы) в плане не имеет ни аэродинамической, ни геометрической кривки.

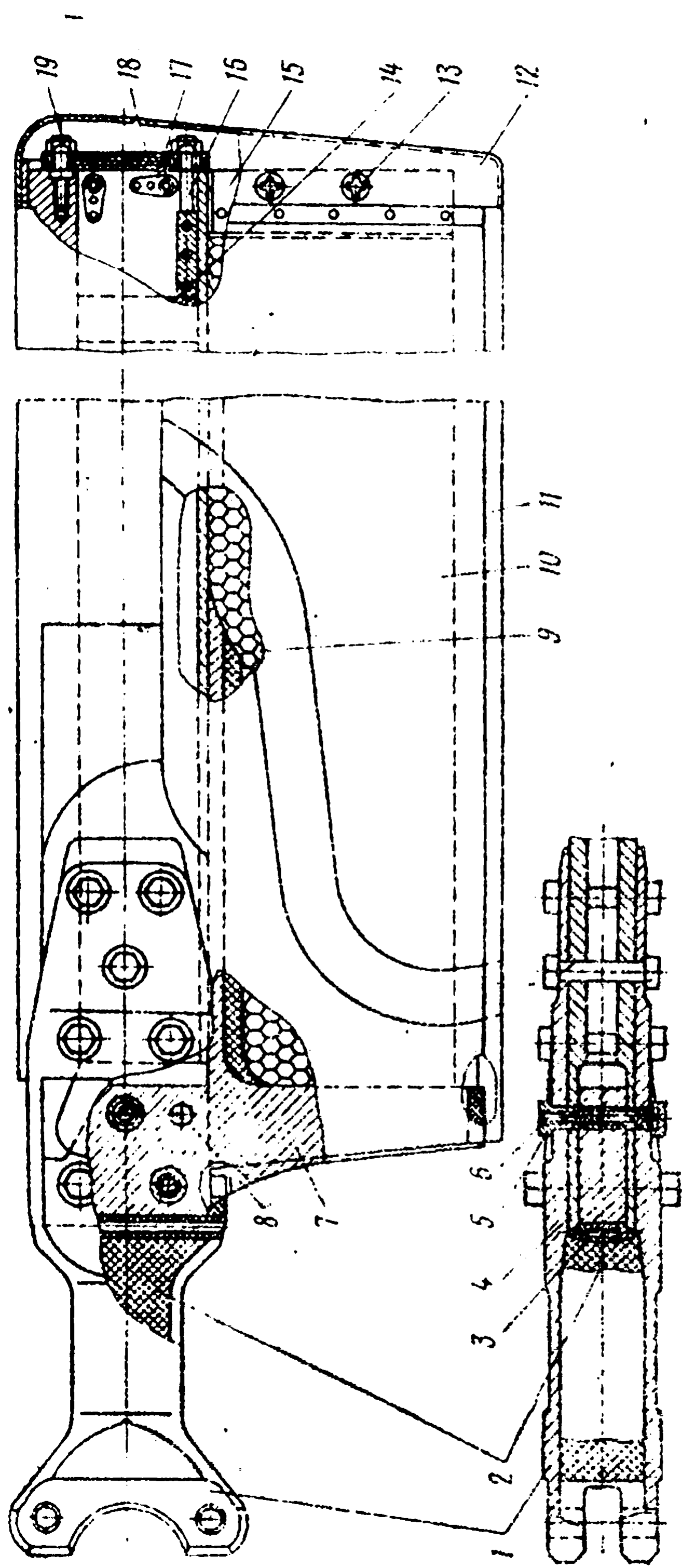


Рис. 16. Лопасть рулевого винта: 1 — комлевый наконечник; 2, 3 — вкладыши; 4 — лонжерон; 5 — резбовая втулка; 6 — болт; 7 — кронштейн; 8 — штифт; 9 — сотовый блок; 10 — обшивка; 11 — хвостовой стрингер; 12 — концевой обтекатель; 13 — винт; 14 — заглушка; 15 — концевая нервюра; 16, 19 — шпильки; 17 — анкерная гайка; 18 — балансирующие пластины

Лопасть (рис. 16) состоит из лонжерона 4, хвостовой части, комлевого наконечника 1 и концевого обтекателя 12.

Лонжерон 4 изготовлен из специальной пустотелой заготовки, прессованной из алюминиевого сплава, путем механической обработки наружной поверхности.

К задней стенке лонжерона приклеена хвостовая часть лопасти. Хвостовая часть состоит из сотового блока 9, обшивки 10 из стеклоткани, хвостового стрингера 11 также из стеклоткани и концевой нервюры 15, изготовленной из листа авиала.

Концевая нервюра стенкой приклеена по наружному торцу сотового блока, а полками — к обшивке хвостовой части. Соедине-

ние отдельных частей хвостовой части лопасти осуществляется клеем. Клеем также приклеена хвостовая часть к лонжерону.

У комля лопасти соединение хвостовой части с лонжероном подкрепляется дюралюминиевым кронштейном 7.

В комлевой части лопасти к лонжерону крепится наконечник 1, предназначенный для крепления лопасти к втулке винта. Наконечник имеет гребенку с проушинами и две щеки, между которыми установлен лонжерон лопасти. Наконечник крепится к

лонжерону болтами 6, ввернутыми в резьбовые втулки 5. После затяжки болтов крепления наконечника к лонжерону по всему контуру щек наконечника (по контуру головок болтов и гаек) наносится герметик.

Внутренняя полость лонжерона герметизирована. В комлевой части в торец лонжерона вклеен резиновый вкладыш 3, по контуру которого нанесен герметик. В концевой части в лонжероне установлена резиновая прокладка под пластины балансировочных грузов. Пластины закреплены на шпильках 16 и 19, которые установлены на концевой части лонжерона.

В концевой части лопасти установлена концевая нервюра 15, к которой винтами крепится концевой обтекатель 12, штампованный из алюминиевого сплава. Для предотвращения абразивного износа на лобовой части обтекателя приклеена накладка из нержавеющей стали.

Лопасть рулевого винта оборудована электрическим нагревательным элементом, который наклеен снаружи на носок лонжерона и вписан в теоретический контур профиля. От механических повреждений нагреватель защищен слоем резины и оковкой из нержавеющей стали.

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. От каких факторов зависит величина силы тяги несущего винта?

2. Зависимость силы тяги лопасти несущего винта от азимутального положения лопасти.

3. Объясните необходимость установки горизонтальных шарниров на втулке несущего винта.

4. Назначение и устройство компенсатора взмаха лопасти несущего винта.

5. Назначение вертикальных шарниров втулки несущего винта.

6. Почему горизонтальные и вертикальные шарниры втулки несущего винта выполнены разнесенными и повернутыми?

7. Устройство горизонтального шарнира втулки несущего винта.

8. Назначение и устройство центробежного ограничителя свеса лопастей.

9. Устройство лопасти несущего винта.

10. Какова особенность устройства горизонтального и вертикального шарниров втулки рулевого винта?

11. Устройство лопасти рулевого винта.

РЕКОМЕНДУЕМЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Данилов В. А. Вертолет Ми-8 (устройство и техническое обслуживание) М.: Транспорт, 1988. 227 с.

Базов Д. И. Аэродинамика вертолетов. М.: Транспорт, 1972. 184 с.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Порядок выполнения работы	3
2. Конструкция несущего и рулевого винтов	3
2.1. Несущий винт	3
2.1.1. Аэродинамика несущего винта при поступательном полете вертолета	3
2.1.2. Втулка несущего винта	12
2.1.3. Лопасть несущего винта	18
2.2. Рулевой винт	20
2.2.1. Втулка рулевого винта	20
2.2.2. Лопасть рулевого винта	23
3. Контрольные вопросы	25
Рекомендуемый библиографический список	26

Учебное издание

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ НЕСУЩЕГО И РУЛЕВОГО
ВИНТОВ ВЕРТОЛЕТА МИ-8**

(Устройство и работа несущего и рулевого винтов)

Методические указания

Составитель **Капунников Игорь Петрович**

Редактор **Т. И. Кузнецова**
Техн. редактор **Г. А. Усачева**
Корректор **Т. И. Щелокова**

Подписано в печать 16.09.96. Формат 60x84 1/16. Бумага газетная. Печать
офсетная. Усл.печл. 1,9. Усл.кр.-отг. 2,0. Уч.-издл. 1,75 + 0,3 вкл.
Тираж 150 экз. Заказ **203**. Арт. С-93/96.

Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С. П. Королева.

443086 Самара, Московское шоссе, 34.
ИПО Самарского государственного
аэрокосмического университета
443001 Самара, Ульяновская, 18.