



В ПОЛЕТ — НА АВТОЖИРЕ

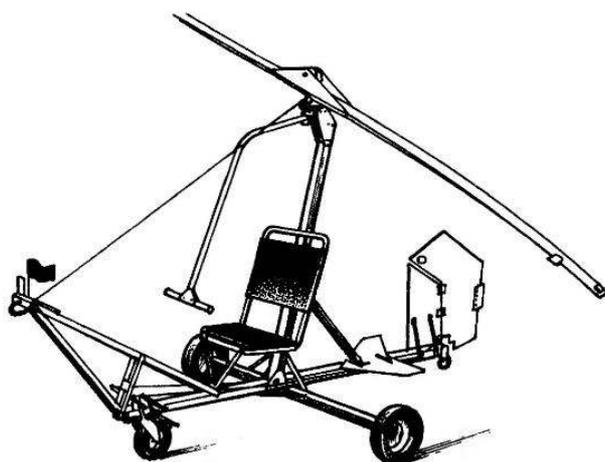
[25.07.2018](#) Рубрики [Разработки](#)

Кто в детстве не мечтал стать летчиком, покорителем пятого — воздушного океана! Многие романтические натуры не отказываются от этой своей мечты и в более зрелом возрасте. И они могут ее реализовать: в настоящее время существует большое разнообразие летательных аппаратов, на которых способны летать даже пилоты-любители. Но, к сожалению, если такие аппараты изготовлены заводским способом и предлагаются к продаже, то стоимость их настолько высока, что большинству они практически недоступны.

Однако есть другой путь — самостоятельное изготовление надежного и сравнительно простого летательного аппарата. Например, автожира. В данной статье предлагается описание как раз такой конструкции, которая по силам практически любому человеку, занимающемуся техническим творчеством. Для постройки автожира не требуются дорогостоящие материалы и особые условия — достаточно места непосредственно в квартире, лишь бы домочадцы и соседи не возражали. И только ограниченное число деталей конструкции нуждается в токарной обработке.

Энтузиасту, решившемуся на самостоятельное изготовление предлагаемого летательного аппарата, я рекомендовал бы на первых порах собрать автожир-планер. Он поднимается в воздух с помощью буксирного троса, закрепленного за движущимся автомобилем. Высота полета зависит от длины троса и может превышать 50 метров. После подъема на такую высоту и сброса троса пилотом автожир способен продолжать полет, плавно снижаясь под углом примерно 15 градусов к горизонту. Подобное планирование позволит пилоту выработать навыки управления, необходимые ему в свободных полетах. А к ним он сможет приступить, если установит на автожир-планер двигатель с толкающим винтом. При этом никаких изменений конструкции летательного аппарата не потребуется. С двигателем автожир сможет развивать скорость до 150 км/ч и подниматься на высоту нескольких тысяч метров. Но о силовой установке и ее размещении на летательном аппарате позже, в отдельной публикации.

Итак, автожир-планер. Основа его — три дюралюминиевых силовых элемента: килевая и осевая балки и мачта. Спереди на килевой балке находится управляемое носовое колесо (от спортивного микроавтомобиля-карта), оснащенное тормозным устройством, а на концах осевой балки — боковые колеса (от мотороллера). Кстати, вместо колес можно установить два поплавка, если предполагаются полеты на буксире за катером.



Общий вид автожира

Компоновка автожира:

1 — ферма; 2 — буксирный крюк; 3 — обойма крепления буксирного крюка (Д16Т); 4 — указатель воздушной скорости; 5 — индикатор бокового сноса; 6 — растяжка (стальной трос d2); 7 — ручка управления; 8 — лопасть несущего винта; 9 — головка ротора несущего винта; 10 — кронштейн головки ротора (Д16Т, лист s4, 2 шт.); 11 — мачта (Д16Т, труба 50x50x3); 12 — кронштейн крепления спинки сиденья (алюминий, лист s3, 2 шт.); 13 — спинка сиденья; 14 — «самолетный» вариант ручки управления; 15 — рама сиденья; 16 — кронштейн «самолетной» ручки управления; 17 — кронштейн крепления сиденья; 18,25 — ролики тросовой проводки управления (4 шт.); 19 — подкос (Д16Т, уголок 30x30, 2 шт.); 20 — кронштейн крепления мачты (Д16Т, лист s4,2 шт.); 21 — верхний раскос (сталь, уголок 30x30, 2 шт.); 22 — горизонтальное оперение; 23 — вертикальное оперение; 24 — хвостовое колесо; 26 — левая ветвь проводки управления (трос d2); 27 — осевая балка (Д16Т, труба 50x50x3); 28 — узел крепления оси бокового колеса; 29 — нижний раскос (сталь, уголок 30x30, 2 шт.); 30 — опора сиденья (Д16Т, уголок 25x25, 2 шт.); 31 — тормозное устройство; 32 — педальный узел; 33 — килевая балка (Д16Т, труба 50x50x3)

Там же, на переднем конце килевой балки, установлена ферма — склепанная из дюралюминиевых уголков и усиленная прямоугольными листовыми накладками треугольная конструкция. Она предназначена для крепления буксирного крюка, который устроен так, что пилот, дернув за шнур, может в любой момент отцепиться от буксирного троса. На ферме укреплены также аэронавигационные приборы — простейшие самодельные индикаторы воздушной скорости и бокового сноса, а под фермой — педальный узел с тросовой проводкой к рулю направления. На противоположном конце этой балки установлено оперение: горизонтальное (стабилизатор) и вертикальное (киль с рулем направления), а также предохранительное хвостовое колесо.

Посередине килевой балки расположены мачта и рабочее место пилота — сиденье с автомобильными пристяжными ремнями. Мачта прикреплена к балке двумя дюралюминиевыми пластинчатыми кронштейнами под небольшим углом к вертикали назад и служит основанием для ротора двухлопастного несущего воздушного винта. Механизм ротора с мачтой тоже соединен похожими пластинчатыми кронштейнами. Винт вращается свободно и раскручивается за счет набегающего воздушного потока. Ось ротора может наклоняться в любую сторону с помощью ручки, условно называемой «дельталетной», которой пилот регулирует положение автожира в пространстве. Такая система управления наиболее проста, но отличается от стандартной, применяемой на подавляющем большинстве летательных аппаратов тем, что при движении ручки от себя автожир не снижается, а наоборот, набирает высоту. При желании возможна установка и «самолетной» ручки управления (на рисунке она показана штрих-пунк-тиром). Конструкция при этом, естественно, усложняется. Однако выбрать тип управления необходимо еще до постройки автожира. Переделка неприемлема, так как навыки пилотирования, приобретенные с «дельталетной» ручкой, при переходе на «самолетную» могут дать нежелательный результат.

Кроме того, при движении по земле пилот ногами управляет носовым колесом, а после взлета, когда с ростом скорости становится эффективным оперение, — тоже ногами и рулем направления. В первом случае он рулит, попеременно надавливая правой или левой ногой на соответствующее плечо поперечины тормозного устройства, что на колесе; во втором — на ту или иную педаль, связанную тросовой проводкой с рулем направления.

Тормозное устройство применяется во время пробега при посадке на взлетно-посадочную полосу. Оно тоже не отличается особой сложностью. Пилот каблуками прижимает фрикцион (а попросту — деревянную доску) к шине колеса, заставляя их тереться друг о друга и тем самым гасит скорость летательного аппарата. Максимально просто и дешево!

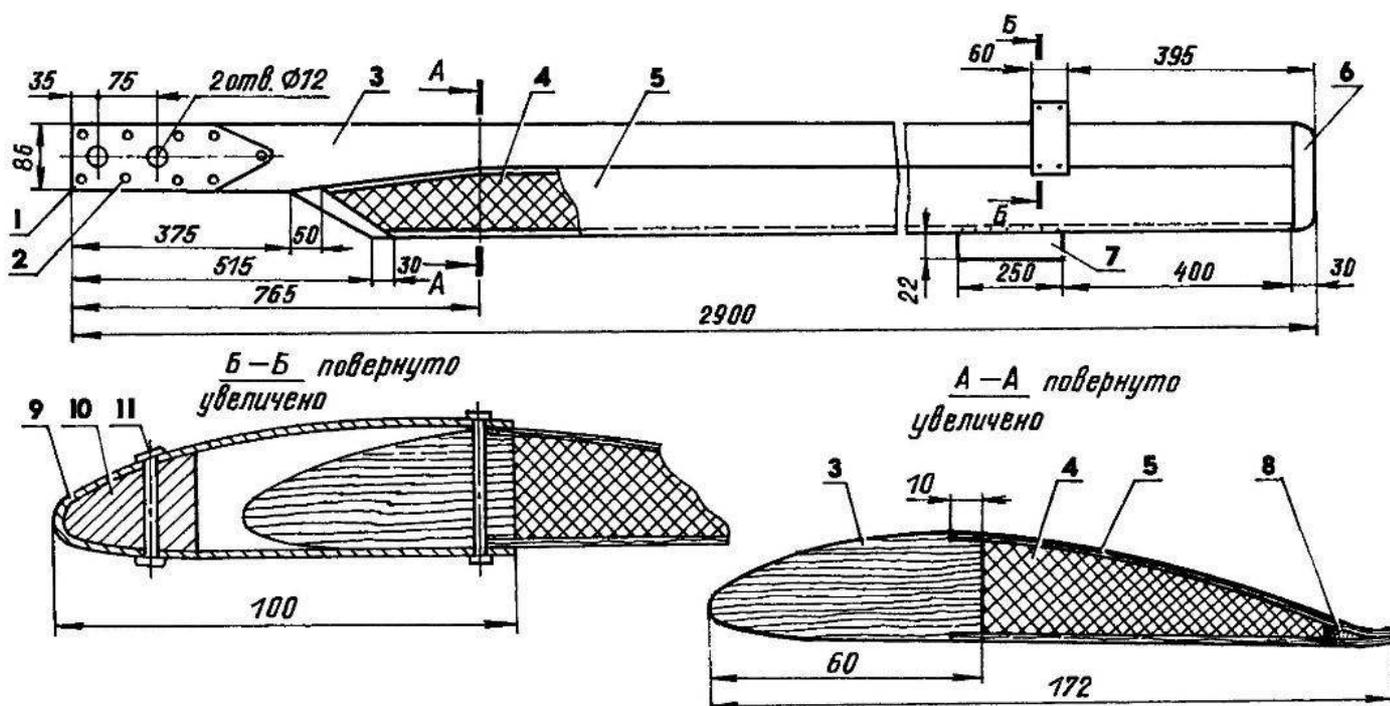
Незначительные масса и габариты автожира позволяют перевозить его даже на крыше легкового автомобиля. Лопасти винта при этом отсоединяются. Устанавливаются они на свое рабочее место непосредственно перед полетом.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ РАМЫ

Как уже упоминалось, основу рамы автожира составляют килевая и осевая балки, мачта. Они изготовлены из дюралюминиевой трубы квадратного сечения 50×50 мм с толщиной стенок 3 мм. Подобные профили применяются в конструкциях окон, дверей, витрин магазинов и других элементов зданий. Возможен вариант использования коробчатых балок из дюралюминиевых уголков, соединенных аргоно-дуговой сваркой. Наилучший вариант материала — Д16Т.

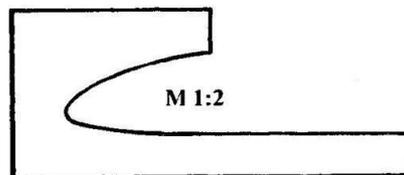
Все отверстия в балках размечались так, чтобы сверло только касалось внутренних стенок, не повреждая их. Диаметр сверла подбирался таким, чтобы болты М6 входили в отверстия максимально плотно. Работа велась исключительно электрической дрелью — использование ручной для данных целей нежелательно.

На рисунках координировано большинство отверстий в деталях рамы. Однако многие из них сверлились по месту, как, например, в пластинчатых кронштейнах, соединяющих килевую балку с мачтой. Сначала правый кронштейн, привинченный к килевой балке, был просверлен через отверстия в основании прижатой к нему мачты, затем привинчен левый кронштейн и тоже просверлен, но уже через готовые отверстия правого кронштейна и мачты.

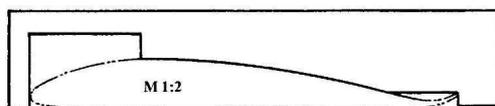


Лопасть несущего винта:

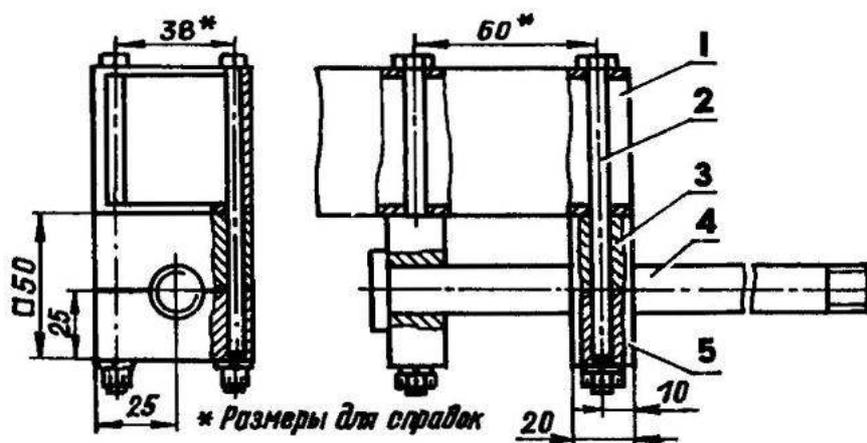
1 — накладка (сталь, лист в2, 2 шт.); 2 — заклепка d4 (9 шт.); 3 — лонжерон (дельта-древесина); 4 — наполнитель (пенопласт ПС-1); 5 — обшивка (фанера s1); 6 — законцовка (сосна); 7 — отгибной триммер (алюминий, лист s2); 8 — задняя кромка (сосна, рейка 17×5); 9 — обтекатель (сталь, лист s1); 10 — груз (свинец, 100 г); 11 — заклепка d5, 4 шт.)



Шаблон носка профиля лопасти

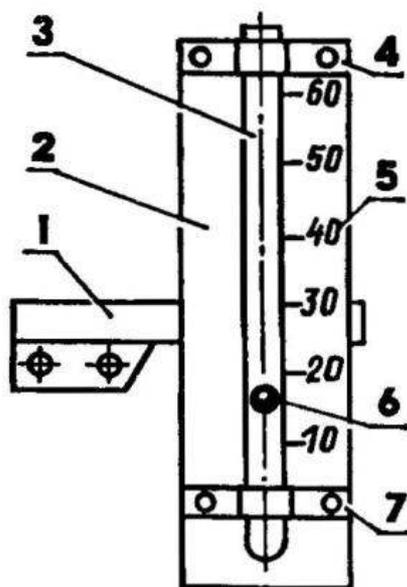


крышка (Д16Т); 16 — болт М12 (4 шт.); 17 — прорезная гайка М12 (4 шт.); 18 — вкладыш (бронза, 2 шт.); 19 — прорезная гайка М20х1,5; 20 — корпус цапфы (Д16Т); 21 — болты М6



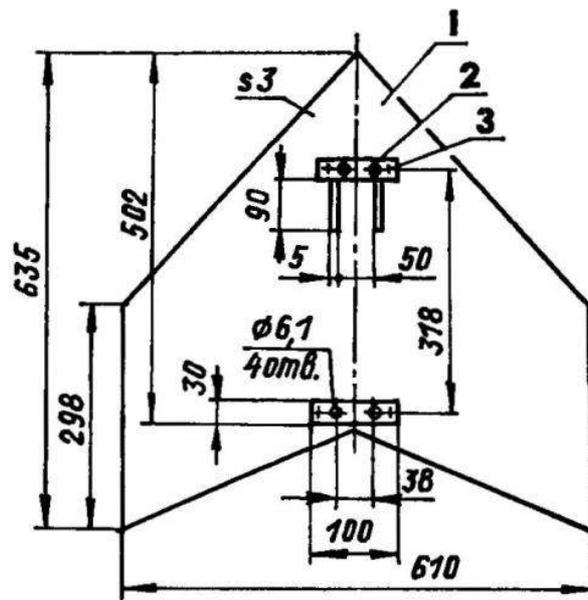
Узел крепления бокового колеса:

1 — осевая балка; 2 — болт М6 (4 шт.); 3 — верхняя обойма (Д16Т, 2 шт.); 4 — ось колеса (по размерам колеса); 5 — нижняя обойма (Д16Т, 2 шт.)



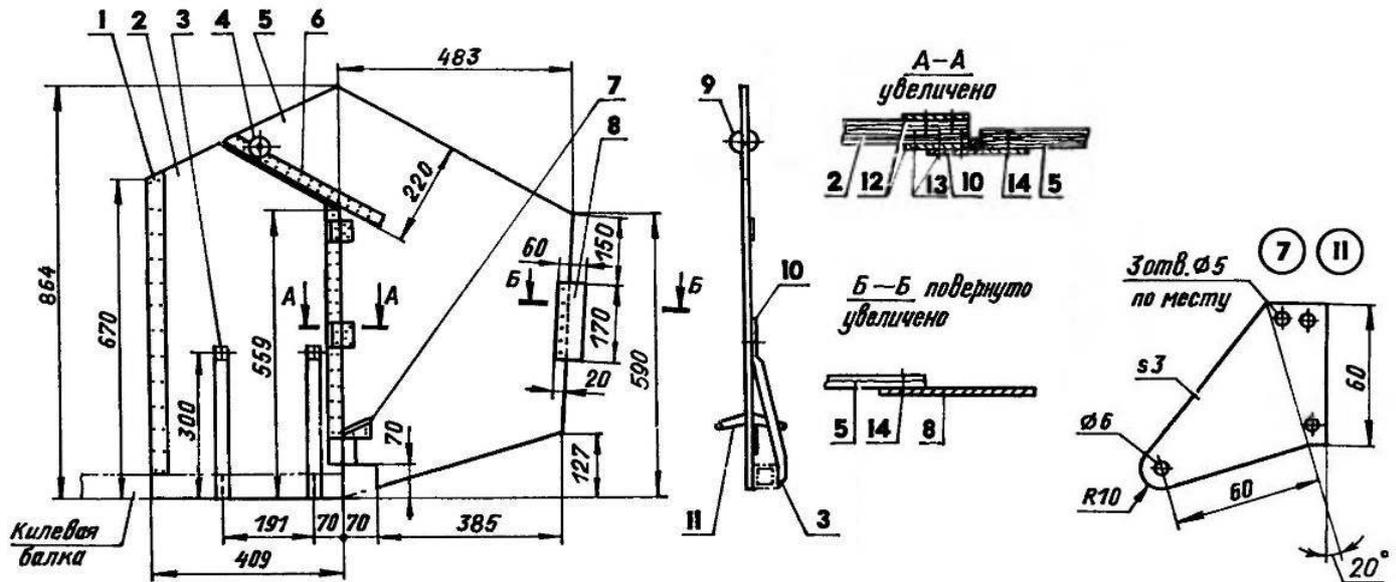
Индикатор воздушной скорости:

1 — кронштейн крепления к ферме (алюминий, лист s2); 2 — плата (Д16Т, лист s2); 3 — корпус указателя (стеклянная трубка); 4,7 — хомуты крепления (алюминий, лист s2); 5 — шкала; 6 — указатель скорости (пластмассовый шарик)



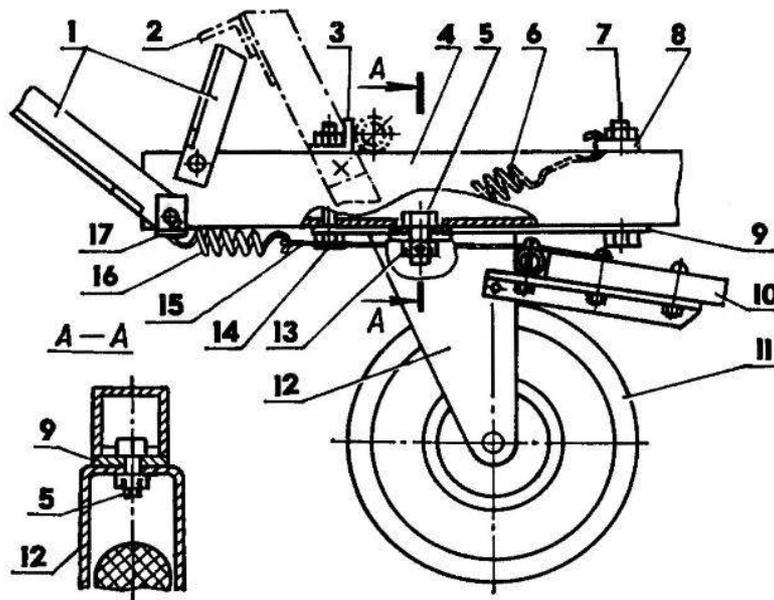
Горизонтальное оперение:

1 — стабилизатор (Д16Т, лист яз); 2 — усиливающая накладка (Д16Т, лист s3, 2 шт.); 3 — заклепка d5 (алюминий, 4 шт.)



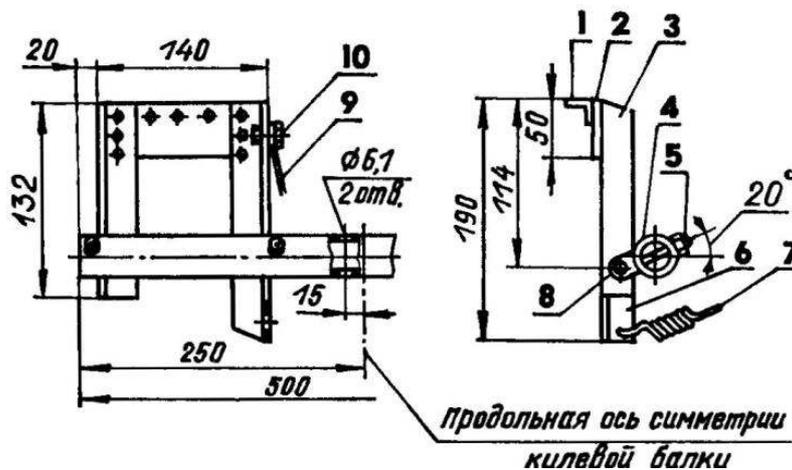
Вертикальное оперение:

1,6,12 — оковки (сталь, лента 30×0,5, 6 шт.); 2 — киль (фанера s10); 3 — кронштейн (Д16Т, уголок 20×20, 2 шт.); 4,9 — противовесы (сталь, свинец, масса 2×350 г); 5 — руль направления (фанера s6); 7,11 — кабанчики руля (сталь, лист s2); 8 — отгибной триммер (алюминий, лист s2); 10 — карточная петля (3 шт.); 13 — шурупы 3×10; 14 — шурупы 3×5



Передняя стойка шасси:

1 — элементы фермы; 2 — левая педаль; 3 — кронштейн крепления педального узла (Д16Т, уголок 25×25); 4 — килевая балка; 5 — ось поворота передней стойки (болт М12); 6 — пружина левой педали; 7,14 — болты М6 крепления подошвы (4 шт.); 8 — кронштейн крепления пружин педалей (Д16Т, полоса 30×4, L100); 9 — подошва (сталь, пластина 210×50×3); 10 — тормозное устройство; 11 — колесо; 12 — вилка (сталь, лист s3); 13 — прорезная гайка М12; 15 — левая струна тормозного устройства (трос d2); 16 — левая пружина тормозного устройства; 17 — кронштейн крепления левой пружины



Педальный узел:

1 — накладка (Д16Т, уголок 25×25); 2 — педаль (Д16Т, лист s3); 3,6 — кронштейны педали (Д16Т, уголок 25×25); 4 — балка (Д16Т, труба 30×1,5); 5 — шарнирный болт М6 (2 шт.); 7 — иружина натяжения рулевого троса (на виде справа не показана); 8 — ось навески педали (болт М6, 2 шт.); 9 — рулевой трос d2; 10 — болт М6 крепления заделки рулевого троса.

Показана левая педаль. Правая — зеркальное отражение

**Основные тактико-технические параметры
автожира-планера**

Размах лопастей несущего винта, мм	5822
Длина, мм	3400
Высота, мм	2120
База колес, мм	970
Колея колес, мм	1590
Масса пустого, кг	80
Взлетная скорость, км/ч	36
Посадочная скорость, км/ч	12
Максимальная скорость, км/ч	150
Минимальный угол планирования, град	15
Частота вращения несущего винта, об/мин	390

Кстати, на рисунке компоновки заметно, что мачта немного отклонена назад (для этого перед установкой у нее скошено основание). Сделано так для того, чтобы лопасти несущего винта имели на земле начальный угол атаки 9° . Тогда даже при относительно небольшой скорости буксировки на них появляется подъемная сила, винт начинает вращаться, поднимая автожир в воздух.

Осевая балка расположена поперек килевой и прикреплена к ней четырьмя болтами М6 с законтренными разрезными гайками. Помимо того, балки для большей жесткости соединены четырьмя раскосами из стального уголка. К концам осевой балки парными обоймами прикреплены колесные оси (подходят от мотороллера или мотоцикла). Колеса, как уже упоминалось, мотороллерные, с подшипниками, закрытыми для предотвращения попадания в них пыли и грязи колпачками от аэрозольных баллончиков.

Рама и спинка сиденья выполнены из дюралюминиевых труб (очень хорошо для этого подходят детали от детских раскладушек или колясок). Спереди рама прикреплена к килевой балке двумя дюралюминиевыми уголками 25×25 мм, а сзади — к мачте кронштейном из стального уголка 30×30 мм. Спинка, в свою очередь, привинчена к раме сиденья и также к мачте.

На раму сиденья надеты кольца, вырезанные из резиновой камеры колеса грузового автомобиля. Поверх них положена и тесемками привязана обшитая прочной тканью поролоновая подушка. На спинку натянут чехол из той же ткани.

Передняя стойка шасси представляет собой вилку из листовой стали с колесом от карта, поворачивающуюся вокруг вертикальной оси. Осью служит короткий болт М12, вставленный в отверстие подошвы (прямоугольника из стального листа), которая прикреплена к килевой балке снизу четырьмя болтами М6. Под головку болта-оси в килевой балке вырезано дополнительное круглое отверстие.

С боков к перьям вилки носового колеса шарнирно подвешено тормозное устройство. Оно собрано из трубчатой поперечины, двух уголковых стрингеров и деревянного фрикциона. Напомню, что выступающие концы поперечины позволяют пилоту поворачивать рулевое колесо ногами.

В исходном положении устройство держится двумя цилиндрическими пружинами натяжения, зацепленными за кронштейны на носу килевой балки, и тросиком, пропущенным сквозь отверстия в доске-фрикционе. Пружины отрегулированы так, чтобы при отсутствии управляющих действий пилота колесо находилось в плоскости симметрии автожира.

Педальный узел управления аэродинамическим рулем в воздухе тоже достаточно прост. Обе педали вместе с приклепанными к ней деталями соединены шарнирными болтами с трубой, которая привинчена к уголку на килевой балке. Сверху к педалям прикреплены отрезки

троса, тянущиеся к кабанчикам руля направления на киле. В проводке управления предусмотрены четыре направляющих ролика, конструкция которых исключает выпадание из них тросов. Натяжение тросов поддерживают цилиндрические пружины, прицепленные к педалям и пластинчатому кронштейну на килевой балке. Пружины отрегулированы так, чтобы руль направления находился в нейтральном положении.

Конструкция фермы довольно подробно описана выше. Поэтому остановлюсь на том, что на ферме крепится — на самодельных аэронавигационных приборах, вернее, на одном из них — индикаторе воздушной скорости. Это открытая сверху стеклянная трубка, в которую помещен легкий пластмассовый шарик. Внизу у нее имеется калиброванное отверстие, направленное в сторону полета автожира. Набегающий воздушный поток заставляет шарик подниматься в трубке, и его положение определяет воздушную скорость. Отградуировать индикатор можно, выставив его в окно движущегося автомобиля. Важно точно нанести значения скорости в пределах от 0 до 60 км/ч, так как именно эти значения важны при взлете и посадке.

Горизонтальное оперение изготовлено из листового дюралюминия толщиной 3 мм. В оперении предусмотрены две прорези под дюралюминиевые уголкового подкосы поддержки мачты. В точках болтового крепления оперения с килевой балкой к стабилизатору приклепаны накладки для повышения жесткости соединения.

Вертикальное оперение посложнее. Оно состоит из килевого и руля направления, вырезанных из многослойной фанеры: первый из 10-миллиметровой, второй — из 6-миллиметровой. Отдельные кромки этих деталей окантованы тонкой стальной лентой. Друг с другом киль и руль соединены шарнирно тремя картонными петлями (по левому борту).

К аэродинамическому рогу руля сквозным болтом М6 прикреплены два противовеса массой 350 г каждый (они нужны для устранения явления флаттера).

Триммер на задней кромке руля изготовлен из мягкого листового алюминия. Отгибая эту пластинку вправо или влево, можно регулировать точность работы руля.

С обеих сторон руля привинчены кабанчики, выгнутые из стального листа. К ним присоединены тросы проводки управления курсом.

Вертикальное оперение прикреплено к килевой балке справа и для большей жесткости усилено двумя кронштейнами из дюралюминиевого уголка 25×25 мм.

В конце килевой балки установлено хвостовое колесо (от роликовых коньков). Оно предохраняет вертикальное оперение от повреждения при случайном опрокидывании автожира на хвост, а также при взлете или посадке со слишком задранном носом.

РЕКОМЕНДАЦИЯ: предварительная проверка автожира на земле

Вы собрали автожир-планер. Перед тем как приступить к изготовлению ротора, проверьте, как работают уже готовые механизмы. Делать это лучше всего на той площадке, откуда предполагаются полеты автожира.

Расположитесь на сиденье и убедитесь в том, что сидите удобно и достаете ногами педали. Если необходимо, то подложите под спину дополнительную подушку. Попрыгайте на сиденье — подушка не должна допускать касания рамы телом.

Отклоните ногами носовое колесо и посмотрите, как пружины возвращают его в нейтральное положение. Убедитесь в том, что в этом положении пружины не перетянуты, но и не прослаблены. Во всех соединениях не должно быть никакого люфта.

Прицепите автожир тросом длиной не более десяти метров к автомобилю и осуществите рулежку на скорости не более 20 км/ч. Предупредите водителя, чтобы он неожиданно не тормозил и резко не снижал скорость.

Снимите ноги с переключателя тормозного устройства и посмотрите, выдерживает ли автожир прямолинейное направление. В противном случае отрегулируйте натяжение пружин. Научитесь машинально находить рукой шнур раскрытия крюка и сброса буксирного троса.

Ротор несущего винта, размещенный на верхушке мачты, — наиболее сложный узел в конструкции автожира. От качества изготовления, точности сборки и безошибочности его эксплуатации зависит, без преувеличения, жизнь пилота. Основные материалы деталей этого узла — дюралюминий Д16Т и сталь 30ХГСА (все дюралюминиевые детали анодированы, стальные — кадмированы).

Корпус ротора, пожалуй, самая ответственная деталь, так как в полете именно на ушках корпуса висит вся конструкция автожира. В самом корпусе размещаются два подшипника — радиальный и радиально-упорный, обильно смазанные консистентной смазкой. Корпус с подшипниками вращается на оси ротора. На верху у оси — шплинтованная прорезная гайка М20х1,5 (надо заметить, что простых гаек в конструкции автожира нет: наиболее ответственные из них шплинтуемые, остальные самоконтрающиеся). Глухая крышка, скрывающая гайку оси, предохраняет подшипники от проникновения к ним пыли и влаги.

Внизу ось ротора неподвижно связана с ручкой управления автожиром. Двигая ручкой, можно изменять положение ротора в пространстве, поскольку шарнирное соединение оси с цапфой и цапфы со своим корпусом допускает отклонение оси в пределах, диктуемых диаметром отверстия ограничителя.

К верхушке мачты ротор прикреплен болтами с помощью двух пластинчатых кронштейнов.

РЕКОМЕНДАЦИЯ: проверка центровки автожира

Когда головка ротора готова и установлена на автожире, необходимо проверить центровку автожира-планера. Вставьте в ушки корпуса ротора болт, которым будет крепиться головка ротора с лопастями несущего винта, и подвесьте автожир за этот болт, например, на крепкую ветвь дерева.

Расположитесь на сиденье и возьмитесь за ручку управления. Держите ее нейтрально. Пусть помощник определит положение мачты автожира. Она должна быть наклонена вперед на угол, лежащий в пределах 2—6° (идеально — 4°). Такая проверка, обычно называемая весовой балансировкой, должна повторяться каждый раз, когда меняется масса пилота или автожира. Во всех случаях без такой проверки летать нельзя.

Если указанный угол лежит вне разрешенного диапазона, то следует либо переместить пилота, либо добавить небольшой балласт в хвостовую часть. Но если произошло существенное изменение массы пилота (она превысила 100 кг) или на автожир установлен двигатель, то необходимо изготовить новые — более толстые пластинчатые кронштейны, которые держат ротор на верхушке мачты.

Лопастей несущего винта полностью идентичны, поэтому достаточно описать процесс изготовления только одной из них.

Вдоль всей рабочей длины лопасти сечения ее одинаковы, никакой крутки и изменения геометрических параметров не предусмотрено. Это существенно упрощает дело.

Лучший материал для лобовой части лопасти — дельтадревесина, применялась в авиации, в морском деле. При ее отсутствии можно самому изготовить аналог, склеив эпоксидной смолой тонкие листы фанеры с прокладками стеклоткани. Для такого заменителя подходит

авиационная фанера толщиной 1 мм. Так как листов фанеры требуемой для изготовления лопастей длины не выпускают, то можно склеить срезанные на ус фанерные полоски. Стыки в соседних листах не должны располагаться один над другим, их необходимо разнести.

Клеить лучше на ровной поверхности, подложив полиэтиленовую пленку, к которой эпоксидный клей не пристает. Набрать надо суммарную толщину в 20 мм. После нанесения клея весь «пирог» будущей лопасти следует придавить каким-либо длинным и ровным предметом с грузом и оставить для полного высыхания на сутки. По своим механическим свойствам полученная в итоге композиция ничем не хуже настоящей дельта-древесины.

Заданный профиль передней кромки (носки) лонжерона получен с использованием шаблона следующим способом. По всему размаху лонжерона с шагом 150—200 мм в передней кромке сделаны канавки до полного прилегания шаблона в них к лонжерону. Древесина между канавками сострогана под линейку.

В задних кромках лонжерона рубанком (можно циклей) выбраны «четверти» шириной 10 и глубиной 1 мм под фанерную обшивку. Лист нижней обшивки (заподлицо с лонжероном) приклеен эпоксидной смолой, а к ней и лонжерону — листы пенопласта марки ПС-1, которые предварительно остроганы до высоты 20 мм. Слою пенопласта придана необходимая форма по шаблону верха профиля лопасти. В качестве задней кромки использована сосновая рейка. Последней приклеена верхняя обшивка: достаточно было прижать ее струбцинами к «четверти» лонжерона и задней кромке — и лист фанеры сам принял нужную форму (задняя кромка лопасти должна быть слегка отогнута вверх, как это показано на рисунке).

Каждая лопасть имеет груз массой 100 г, установленный в обтекателе на передней кромке, и отгибной триммер на задней. В комлевой части лопасти приклепаны стальные накладки, через которые просверлены отверстия в лонжероне для крепления лопасти к головке ротора.

РЕКОМЕНДАЦИЯ: балансировка и настройка лопастей

После изготовления и покраски лопасти необходимо отрегулировать. Уделите этой операции самое серьезное внимание. Имейте в виду, что чем чище и ровнее поверхности лопастей, тем большую подъемную силу они создадут, а автожир сможет взлетать при меньшей скорости.

Присоедините лопасти к головке ротора и проверьте балансировку. Если какая-то лопасть окажется тяжелее и ее конец опустится ниже, то высверлите часть ее свинцового груза, добиваясь того, чтобы лопасти сравнялись. Если эта операция не даст результата (удалять можно не более 50 г), то высверлите несколько неглубоких отверстий в наиболее толстом участке профиля легкой лопасти и заполните их свинцом.

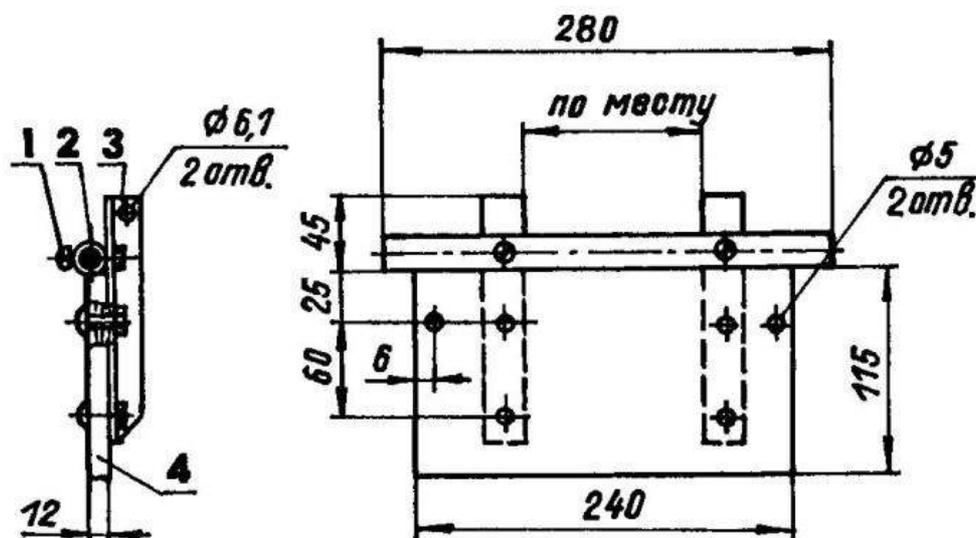
Поскольку законцовки лопастей при вращении имеют окружную скорость около 500 км/ч, то очень важно, чтобы они вращались в одной плоскости. Наклейте на передние кромки у самого конца лопастей две разноцветные пластиковые ленты. В ветреный день выберете место, где ветер дует постоянно со скоростью примерно 20—30 км/ч (проверьте индикатором воздушной скорости) и поставьте автожир против ветра. Привяжите его пятиметровой веревкой к пню или прочно вбитому в землю колу.

Расположитесь на сиденье, привяжите себя ремнями и вместе с автожиром попятьтесь так, чтобы веревка натянулась. Держась за ручку управления левой рукой, поставьте ротор в горизонтальное положение, а правой раскрутите лопасти так сильно, как только сможете.

Ваш помощник должен со стороны наблюдать за вращением концов ротора.

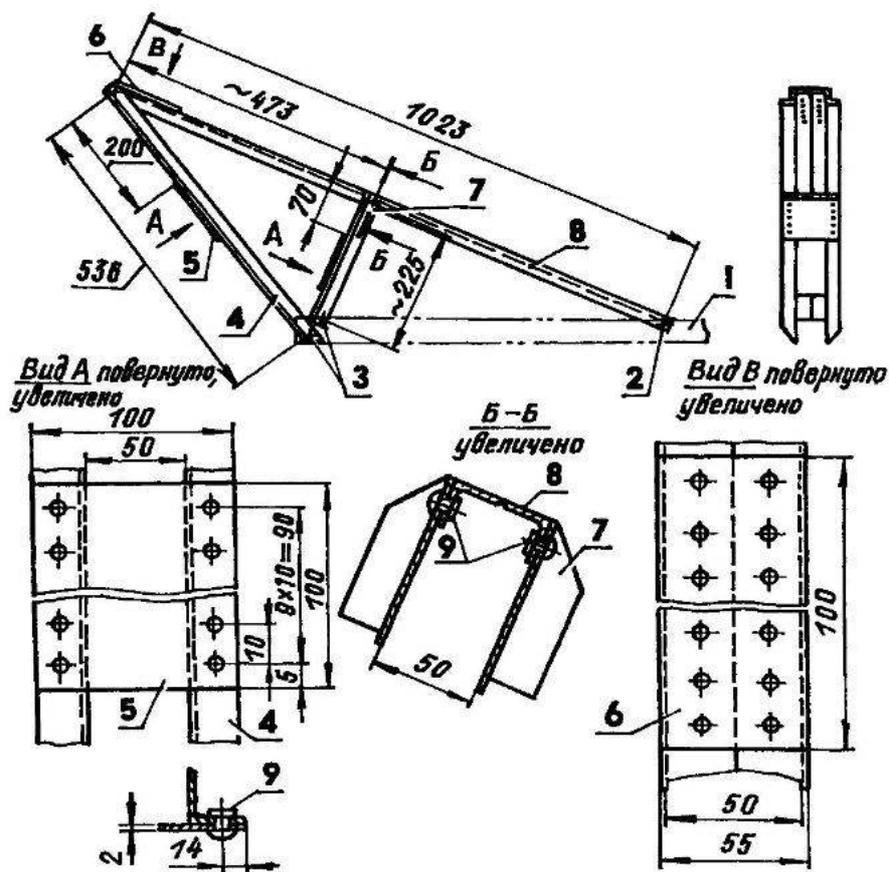
Постепенно наклоняйте ротор назад и дайте ему раскрутиться на ветру до большей скорости. Если разноцветные полоски вращаются в одной плоскости, лопасти имеют одинаковый шаг. Если же почувствуете тряску планера или помощник покажет, что лопасти вращаются не в одной плоскости, то сразу же разгрузите ротор, переведя его в горизонтальное положение или даже наклонив вперед. Отгибая триммеры на незначительный угол вниз или вверх, добейтесь правильного вращения лопастей.

По мере увеличения частоты вращения ротора планер качнется, и переднее колесо приподнимется. Ротор при этом окажется отклоненным назад, что приведет к еще более интенсивному его раскручиванию. Опустите ноги на землю и контролируйте положение автожира в пространстве. Если почувствуете, что он взлетает, то сразу же разгрузите ротор, потянув ручку управления на себя. Поупражнявшись так, вы вскоре будете готовы к первому полету.



Ферма:

1 — килевая балка; 2,3 — болты М6 крепления фермы; 4 — средний стрингер (Д16Т, уголок 25x25x2,5, L576,2 шт.); 5 — широкая накладка (Д16Т, лист s2, 2 шт.); 6 — узкая накладка (Д16Т, лист s2); 7 — короткий стрингер (Д16Т, уголок 25x25x2,5, 1.265, 2 шт.); 8 — длинный стрингер (Д16Т, уголок 25x25x2,5, 1Л063, 2 шт.); 9 — заклепка d5 (алюминий)



Тормозное устройство:

1 — болт М5 (6 шт.); 2 — поперечина (Д16Т, труба 12×2); 3 стрингер (Д16Т, уголок 15×15, 2 шт.); 4 — фрикцион

ПРАКТИКА ПИЛОТИРОВАНИЯ

Так как в полете участвует не только пилот, но и водитель автомобиля, то между ними должно быть полное взаимодействие. Лучше всего, если в автомобиле, кроме водителя, будет находиться еще один человек, который сможет следить за полетом и принимать все сигналы пилота (снижение или увеличение скорости движения и т.д.).

Перед полетами еще раз проверьте техническое состояние автожира-планера. На первых порах используйте относительно короткий буксирный трос длиной не более 20 м. Обязательно предупредите водителя о том, что разгоняться следует плавно и ни в коем случае резко не тормозить.

Поставьте автожир против ветра. Раскрутите ротор правой рукой и ждите, пока он не начнет набирать обороты за счет воздушного напора. Если ветер слабый, то дайте водителю команду двигаться со скоростью 10—15 км/ч по индикатору воздушной скорости. Продолжайте помогать ротору рукой, пока можете это делать.

По мере разгона отклоните ротор полностью назад и дайте водителю сигнал увеличить скорость до 20—30 км/ч. Управляя носовым колесом, двигайтесь за автомобилем прямолинейно. Когда это колесо оторвется от земли, переставьте ноги на педали. Манипулируя ручкой управления, поддерживайте такое положение автожира, чтобы он двигался только на боковых колесах, не касаясь земли ни носовым, ни хвостовым. Ждите, пока возросшая воздушная скорость не поднимет автожир в воздух в этом положении. Корректируйте высоту полета продольными движениями ручки управления (руль направления при этом не эффективен, поскольку планер буксируется на тросе). В полете не допускайте слабину в буксирном тросе. Не закладывайте виражи на большой скорости.

Перед посадкой выровняйте свое положение за автомобилем, пока он не достиг конца взлетно-посадочной полосы. Плавно наклоните ротор вперед и летите на высоте около метра. Поддерживайте это положение малыми «подергиваниями» ручки управления. (Вообще, в отличие от управления самолетом, на автожире движения ручки должны быть не плавными, а резкими, буквально рывками.)

Сигнальте водителю снизить скорость. Когда он это сделает, отклоните ротор полностью назад. Заднее колесо автожира должно первым коснуться земли. Держите ротор отклоненным назад, чтобы не допустить слабину буксирного троса. Остановившись, дайте автомобилю развернуться и двигайтесь вместе с ним к месту старта. Держите положение ротора таким, чтобы он продолжал вращаться. Если полетов больше не будет, то поставьте ротор горизонтально и, когда частота вращения снизится, остановите его рукой. Никогда не покидайте сиденья, пока ротор вращается, иначе автожир может улететь без вас.

Постепенно, по мере освоения техники пилотирования, увеличивайте длину буксирного троса до ста метров и поднимайтесь на большую высоту. Последним этапом освоения полета на автожире будет свободный полет после отцепления от буксирного троса. Ни в коем случае не снижайте в этом режиме воздушную скорость ниже 30 км/ч!

С высоты 60 м дальность свободного полета может достигать 300 м. Учитесь делать повороты, подниматься на большую высоту. Если стартуете с возвышенности, то дальность полета может составлять километры.

Р.МЕРКУЛОВ, полковник ВВС в отставке, профессор

<https://modelist-konstruktor.com/razrabotki/v-polet-na-avtozhire>

АВТОЖИРУ — МОТОР

[22.03.2018](#) Рубрики [Разработки](#)

Среди всех летательных аппарата, интересующих самодеятельных конструкторов, наиболее доступны, нааерное, автожиры. Как правило, это простые и сравнительно недорогие машины, поскольку из сугубо авиационных материалов при их изготовлении требуются разве что дюралюминиевые профили, и то а ограниченном количестве. Конструкцию именно такого летательного аппарата предложил читателям журнала полковник ВВС в отставке профессор одного из московских вузов Р.МЕРКУЛОВ.

В публикации «В полет—на автожире» («Моделист-конструктор» № 11'01) он подробно изложил технологию постройки и наладки автожира-планера, а также, исходя из своего богатого летного опыта, дал практические рекомендации по пилотированию этой винтокрылой машины. Кроме того, пообещал рассказать о том, как несложным путем моторизовать планер. Сегодня наш автор выполняет свое обещание.

После того как автожир-планер построен и освоено его пилотирование, вполне естественным выглядит желание переоборудовать его в собственно автожир с возможностью свободного полета. Для этого необходимы двигатель и толкающий воздушный винт.

Один из вариантов такого переоборудования — с использованием 2-цилиндрового двигателя воздушного охлаждения от мотоцикла «Днепр-10», хотя возможно применение моторов и от ижевских мотоциклов.

Изменения конструкции самого автожира-планера при этом весьма незначительны. Надо только подготовить места (в основном это сводится к сверлению отверстий) на мачте для крепления моторной рамы и топливного бака, а на килевой балке— для установки стандартного мотоциклетного аккумулятора напряжением 12 В. Кроме того, для обеспечения центровки необходимо поставить две новые дюралюминиевые пластины (с уменьшенным плечом) кронштейна головки ротора несущего винта. Последнее связано с тем, что двигатель дополнительно нагружает хвостовую часть и из-за смещения центра тяжести летательного аппарата ухудшается его управляемость. Именно поэтому аккумулятор располагается в передней части автожира, что в какой-то мере компенсирует утяжеление двигателем хвостовой части.

КОМПОНОВКА СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ

Практически все компоненты силовой установки автожира, кроме аккумулятора, расположены за спиной пилота — за мачтой.

В качестве топливного бака использован мопедный бензобак с мотоциклетным топливным краном, прикрепленный к мачте так, что бензин подается к карбюраторам самотеком. Предусмотрена дополнительная фиксация крышки бензобака для предотвращения ее самопроизвольного отвинчивания и попадания под несущий или толкающий воздушные винты.

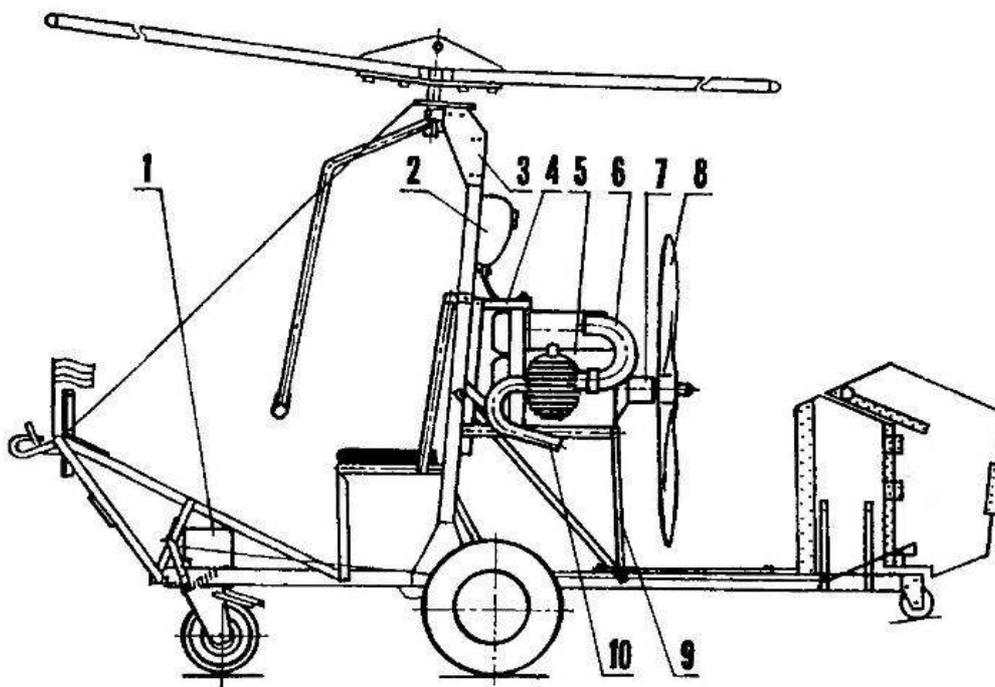
Двигатель мотоцикла «Днепр-10» размещен на моторной раме. Для правильного направления вектора тяги толкающего воздушного винта выдержано расстояние 500 мм от оси нижних консолей моторамы до килевой балки автожира. Ось вращения винта совпадает с плоскостью кия.

Воздух к карбюраторам поступает через обращенные вперед — в сторону набегающего потока — изогнутые трубы. Воздушные фильтры не используются, так как атмосфера на

высоте обычно достаточно чиста. Отсутствует также глушители, что позволило наиболее полно использовать мощность силовой установки.

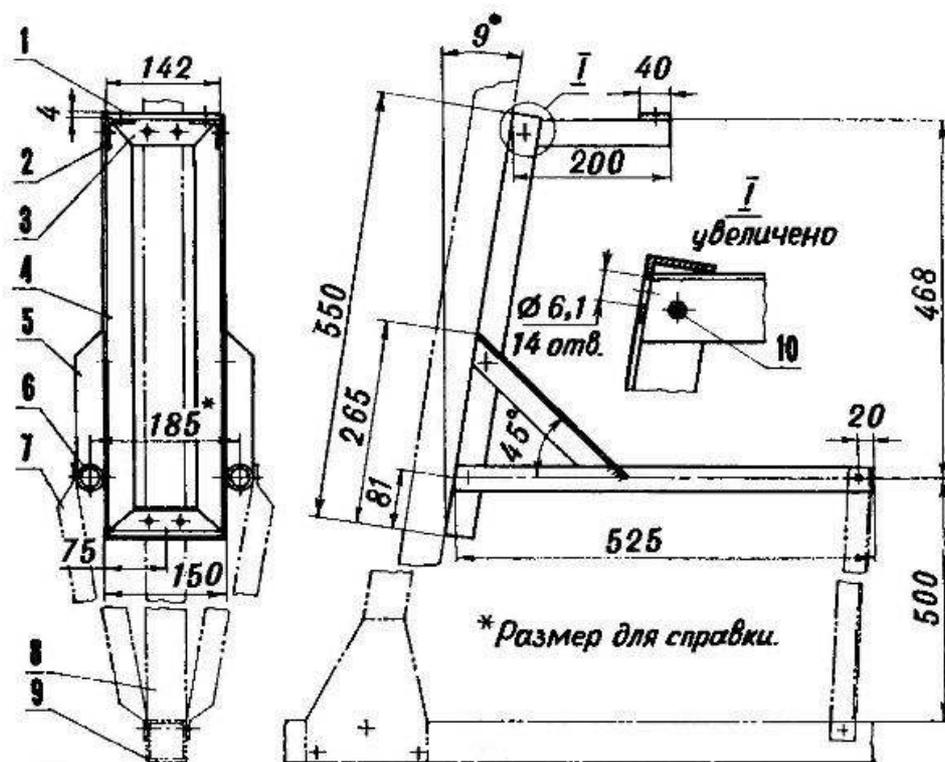
ОСНОВНЫЕ УЗЛЫ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ

МОТОРНАЯ РАМА довольно проста. Основной материал всех элементов ее сварной конструкции (за исключением дюралюминиевых подкосов сечением 30x30x3 мм, соединяющих мотораму с килевой балкой) — сталь: уголок сечением 35x35x4 мм, труба диаметром 35 мм и полоса размерами 40x4 мм.



Автожир с силовой установкой на основе двигателя мотоцикла «Днепр-10»:

1 — аккумулятор (от мотоцикла); 2 — топливный бак (от мопеда); 3 — пластина кронштейна головки ротора; 4 — моторная рама; 5 — двигатель (без коробки передач); 6, 10 — воздухозаборная и выхлопная трубы левого цилиндра двигателя; 7 — переходник; 8 — толкающий воздушный винт; 9 — нижние подкосы моторамы



Моторная рама:

1 — верхний кронштейн (сталь, полоса 40×4); 2— верхняя консоль (сталь, уголок 35×35×4, 2 шт.); 3—поперечина (сталь, уголок 35×35×4, 2 шт.); 4—балка (сталь, уголок 35×35×4, 2 шт.); 5 — верхний подкос (сталь, уголок 35×35×4, 2 шт.); 6 — нижняя консоль (сталь, труба 35×4, 2 шт.); 7 — нижний подкос (Д16Т, уголок 30×30×3, 2 шт.); 8 — мачта; 9 — килевая балка; 10 — болт М6 (8 шт.)

К мотораме двигатель прикреплен своими штатными шпильками через отверстия, просверленные по месту в трех ее опорах — верхнем кронштейне и нижних консолях.

Наиболее сложные для изготовления детали — толкающий воздушный винт и переходник его крепления к двигателю (коробка передач отсоединена и не используется).

ТОЛКАЮЩИЙ ВОЗДУШНЫЙ ВИНТ вырезан из заготовки размерами 1100×100×72 мм, склеенной «эпоксидкой» из четырех буковых (можно сосновых) досок толщиной 18 мм.

Доски подбирались без сучков и даже мелких дефектов и хорошо сушились. Заготовка из них клеилась на ровном жестком столе-стапеле, застеленном полиэтиленовой пленкой (иначе доски пристали бы к столешнице), и выдерживалась под массивным гнетом в течение двух суток.

Толкающий воздушный винт спрофилирован при помощи шаблонов сечений, вырезанных из дюралюминиевого листа. Геометрия шаблонов задана табличными параметрами, которые приведены отдельно для нижней и верхней поверхности профиля (см. таблицу).

После профилировки участков винта, соответствующих заданным сечениям, излишки дерева между этими участками были аккуратно удалены, поверхность винта выровнена, отполирована и покрыта несколькими слоями лака.

Статический дисбаланс винта не должен превышать 1 г м. При большем дисбалансе появляется сильная вибрация во время работы двигателя, что чревато поломкой отдельных элементов конструкции автожира или даже его разрушением.

Геометрические параметры винта рассчитаны на получение максимальной тяги на взлете за

счет снижения до 100 км/ч максимальной скорости полета. В принципе, можно использовать воздушный винт и от паркового аттракциона с вращающимся самолетиком. Но при этом тяговые характеристики силовой установки автожира ухудшатся.

ПЕРЕХОДНИК. К картеру двигателя воздушный винт присоединен посредством специального переходника, который состоит из нескольких самодельных деталей, полученных токарной обработкой (полого вала, шпильки, фланца, корпуса подшипника, крышки и трех втулок — упорной, винтовой и посадочной), и нескольких стандартных изделий (подшипника 36207, двух пружинных упорных колец, двух резиновых армированных манжет и двух гаек).

Вращающий момент от двигателя к винту передается полым валом с двумя шпонками: сегментной (на переднем его конце) и призматической (на заднем). На хвостовик коленвала двигателя полый вал насажен своей конусной частью и притянут гайками шпильки.

Для более надежного крепления самой шпильки в хвостовике применен дополнительный фиксатор— стальной закаленный цилиндрический штифт диаметром 4 мм. Он запрессован в отверстие, просверленное сбоку в хвостовике и шпильке в сборе— после их соединения.

Такая комбинация нескольких фиксирующих элементов обеспечивает всей конструкции необходимую жесткость.

Вторая опора полого вала — подшипник, корпус которого прикреплен четырьмя болтами М6 к самодельному фланцу на картере двигателя (все головки болтов вкруговую законтрены одним отрезком мягкой проволоки). В корпус вставлены манжеты, защищающие подшипник от контакта с внешней средой, и набита смазка, пополняемая время от времени через специальное отверстие с резьбовой пробкой. На задний конец полого вала надета посадочная втулка с восемью болтами М8 крепления толкающего воздушного винта.

Фланец переходника присоединен к двигателю с помощью штатных шпилек, оставшихся на картере после отсоединения коробки передач (отверстия в венце фланца просверлены по этим шпилькам по месту). Прорезные гайки крепления фланца также законтрены вкруговую мягкой проволокой.

ДОВОДКА СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ

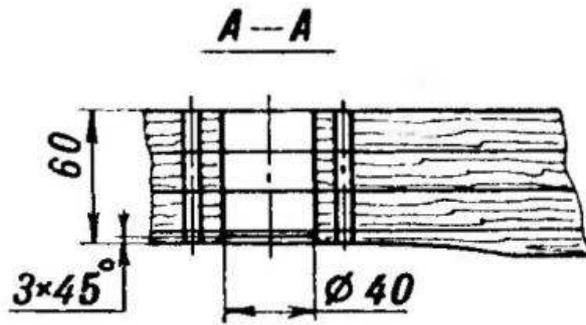
Для запуска двигателя применена электронная система зажигания—опыт показал, что она более надежна. Частота вращения толкающего воздушного винта изменяется с помощью рукоятки, расположенной слева от сиденья пилота. Использование мотоциклетной рукоятки «газа» нецелесообразно, так как в большинстве своем и^вбжим работы двигателя в полете стационарен.

На ручке управления положением автожира в воздухе предусмотрена кнопка аварийного выключения двигателя, чтобы предотвратить возможность какого-нибудь несчастного случая при аварийной посадке. Кнопка разрывает цепь питания системы зажигания. • Двигатель запускается рывком руки за одну из лопастей толкающего воздушного винта. Для этого, стоя слева от автожира, необходимо перевести лопасти в горизонтальное положение (при этом поршни в цилиндрах двигателя немного не доходят до верхней мертвой точки), включить зажигание и резко толкнуть ближнюю лопасть вниз.

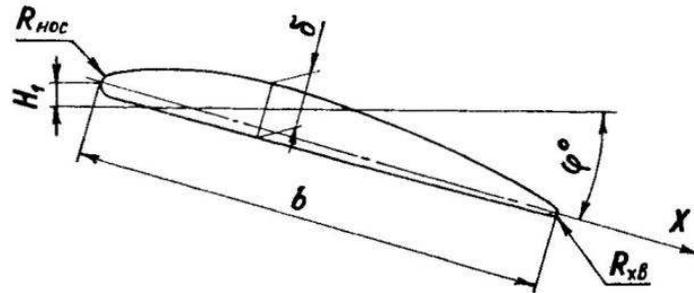
Важно помнить о том, что при вращении воздушный винт невидим и что по неосторожности можно попасть под его лопасти с самыми трагическими последствиями. Не случайно в эру поршневых самолетов при запуске обязательно подавалась громкая команда «От винта!». Не следует пренебрегать этим и сейчас. И еще при запуске необходимо, чтобы кто-нибудь

находился на рабочем месте пилота и притормаживал автожир, иначе он может уехать и без пилота.

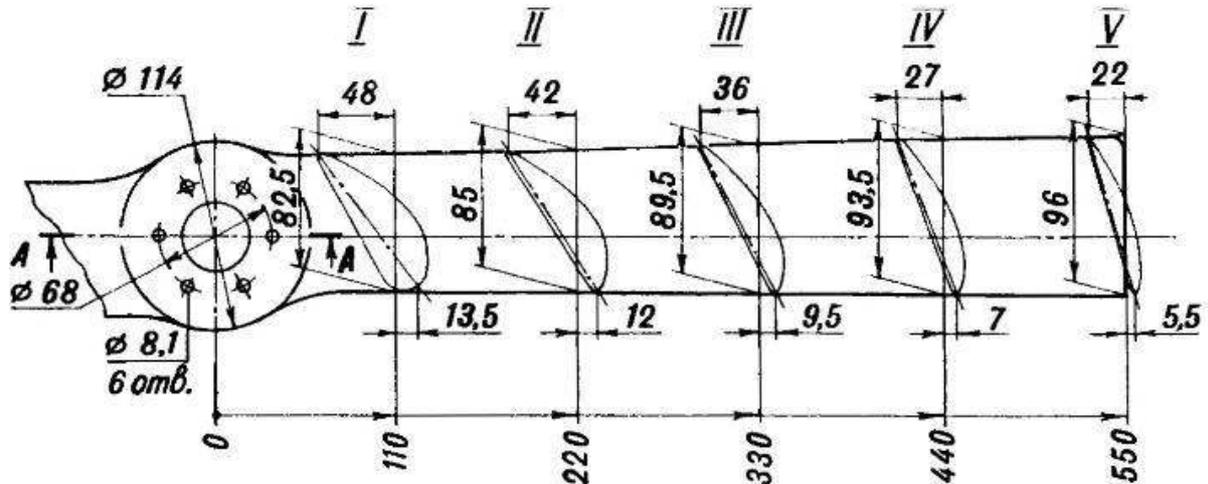
Поскольку мощность двигателя мотоцикла «Днепр-10» невысока, то перед использованием на автожире его необходимо форсировать. Подробности форсирования можно выяснить, обратившись к специальной технической литературе или проконсультировавшись в местном мотоклубе. В качестве одной из первых мер можно рекомендовать повышение степени сжатия или, иными словами, уменьшение объема камер сгорания путем стачивания головок цилиндров.



Конструкция толкающего воздушною винта



Геометрические параметры поперечных сечений толкающего воздушною винта



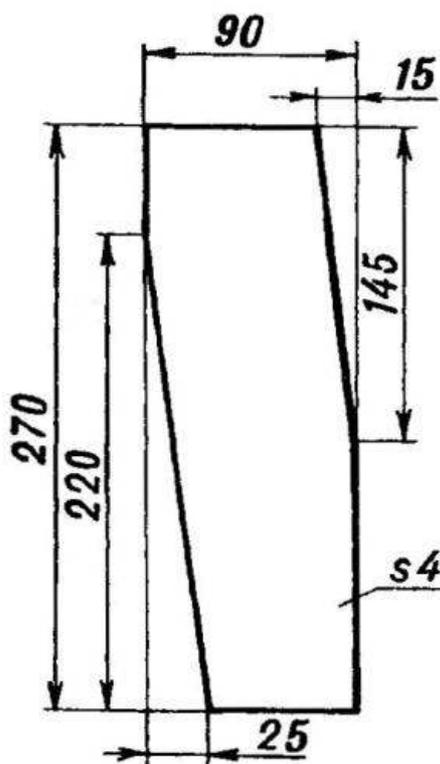
Переходник:

1 — хвостовик коленчатого вала двигателя; 2 — сегментная шпонка; 3 — полый вал (ЗОХГСА); 4 — картер двигателя; 5 — фланец (Д16Т); 6 — корпус подшипника (Д16Т); 7 — шпилька (ЗОХГСА); 8 — подшипник 36207 (46207 или 207); 9 — винтовая втулка (сталь 30); 10 — посадочная втулка (ЗОХГСА, ЗОХГА или сталь 40); 11 — толкающий воздушный винт; 12 — призматическая шпонка; 13 — болт М8 (6 шт.); 14 — крышка (сталь 30); 15 — гайки М16х1,5; 16 — упорная втулка (сталь 30); 17,21 — пружинные упорные кольца; 18 — манжета 1-40×60; 19 — резьбовая пробка М8 (по месту); 20 — манжета 1-42×62; 22 — болт М8 (4 шт.); 23 — винт М8 (4 шт.); 24 — штифт d4

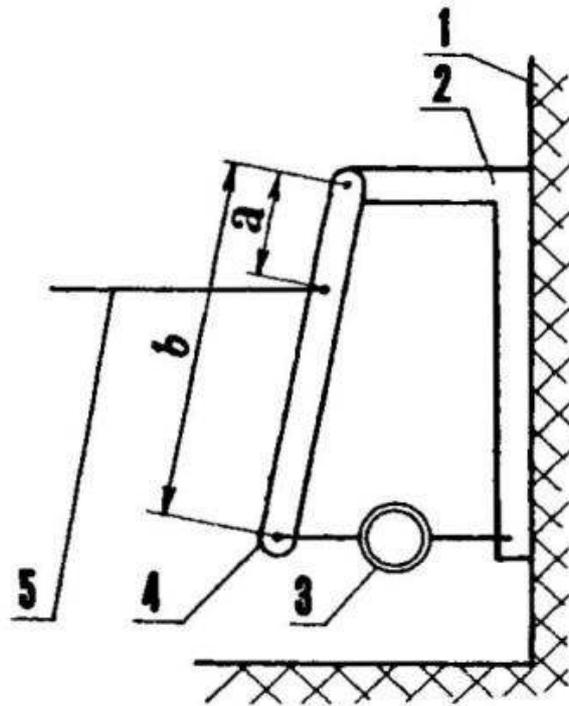
№ сеч	$R_{вдс}$	$R_{хв}$	φ	b	δ	X						H_1
						15	25	35	50	65	80	
V	2,5	1,5	16	100		9,5	11,5	12	11,5	10	7	5,5
IV	3,32	1,84	20	100		12,8	15,3	16,3	15,7	13,3	10,1	7
III	4,15	2,17	27	100		16,1	19,4	20,7	19,8	16,6	12,2	9,5
II	5	2,5	33	100		19,5	23	25,5	24	20	14,3	12
I	15	4,0	38	100		32	35	36	33	28	19	Пере- ходной

При форсировании и регулировке двигателя необходимо контролировать развиваемую воздушным винтом тягу. Ее желательная величина — примерно 80 кг. Для контроля целесообразно пользоваться динамометром с пределами измерения не менее 100 кг. Применимы и обычные хозяйственные пружинные весы. Схематичная конструкция динамометрического приспособления представлена на рисунке.

Следует также проверить центровку автожира с пилотом, подвесив летательный аппарат за ось несущего винта. Мачта при этом должна быть наклонена вперед на четыре градуса. Если угол наклона другой (больше или меньше), то надо изменить местоположение какого-нибудь груза, например, аккумулятора, сиденья пилота и т.п. Или, как в нашем случае, изменить конфигурацию пластин кронштейна головки ротора, передвинув тем самым положение оси ротора.



Пластина кронштейна головки ротора несущего винта (Д16Т, 2 шт.; крепежные отверстия не показаны — сверлятся по месту)



Приспособление для измерения силы тяги толкающего воздушного винта на земле:

1 — опора (стена дома, столб, дерево); 2 — кронштейн; 3 — динамометр (пружинные весы); 4 — рычаг; 5 — трос d5; а, б — плечи рычага (соотношение их длин подбирается в зависимости от пределов измерения динамометра)

После доводки двигателя и проверки центровки автожира можно приступать к рулению на земле и к пробным полетам.

РЕКОМЕНДАЦИЯ: выработка навыков управления автожиром на земле и в воздухе

Запустите двигатель и прогрейте его.левой рукой раскрутите лопасти несущего воздушного винта и, увеличивая ручкой «газа» частоту вращения толкающего винта, начинайте пробежку.

На малой скорости выдерживайте направление движения с помощью переднего управляемого колеса, а когда оно оторвется от земли — с помощью воздушного руля направления. Регулируя положение оси несущего воздушного винта ручкой управления автожиром, добейтесь такого состояния равновесия в движении, когда ни переднее, ни хвостовое колеса не касаются грунта.

Все повороты осуществляйте плавно и с большим радиусом. Если почувствуете, что автожир начинает отрываться от земли, немедленно сбросьте «газ». Поупражняйтесь так в течение получаса. Только тогда у вас появятся автоматические навыки управления.

После этого можно переходить к пробным полетам. Увеличьте частоту вращения коленчатого вала двигателя и, набрав скорость, оторвите автожир от взлетно-посадочной полосы. Но тут же сбросьте «газ» и посадите машину. Проследите, чтобы первым коснулось земли хвостовое колесо! Все это нужно делать только против ветра.

Снова увеличьте тягу толкающего воздушного винта и повторите все свои предыдущие действия. Отметьте про себя скорость, при которой происходят взлет и посадка—в дальнейшем это понадобится.

Освоив такие «подскоки», приступайте к настоящим полетам. На первых порах, выбрав подходящее место, полетайте прямолинейно, а затем начинайте осваивать и виражи. Имейте в виду, что руль направления на высоте неэффективен. Поэтому в воздухе поворачивайте,

отклоняя ось несущего винта в необходимую сторону. Для поддержания неизменной высоты при виражах увеличивайте тягу толкающего винта.

Может оказаться, что тяги недостаточно, особенно для взлета. В этом случае попробуйте оторваться от земли на буксире за автомобилем. После набора необходимой высоты отцепите буксирный трос и продолжайте полет самостоятельно. Конечно, позже придется продолжить работу по форсированию двигателя, поскольку наибольшая его мощность требуется как раз для взлета.

И еще несколько важных советов. Перед полетом обязательно обойдите автожир и убедитесь в надежности крепления всех его частей. Проверьте наличие топлива в баке и фиксацию крышки заливного отверстия.

Не забудьте надеть мотоциклетный шлем и защитные очки.

И наконец, никогда не летайте над населенными пунктами. А в воздухе всегда осматривайте и анализируйте местность на случай вынужденной посадки.

Удачных вам полетов и максимума удовольствия от них!

Р.МЕРКУЛОВ, полковник ВВС в отставке, профессор

<https://modelist-konstruktor.com/razrabotki/avtozhiru-motor>

