

# Предварительная оценка модели 2,2 кг: крыло, посадка на асфальт и тормозной парашют

Краткая инженерная памятка по исходным данным: хорда 250 мм, размах 1700 мм, площадь крыла 0,425 м<sup>2</sup>, профиль NACA 4412. максимальная толщина профиля 30 мм.

Расчёт является предварительной оценкой. Он не заменяет облёт, проверку центровки, прочности, управления, местных правил полётов и безопасной площадки.

## 1. Исходные данные

| Параметр                   | Значение             | Комментарий   |
|----------------------------|----------------------|---|
| Размах крыла b             | 1,7 м                | 1700 мм   |
| Хорда c                    | 0,25 м               | 250 мм  |
| Площадь S                  | 0,425 м <sup>2</sup> | Прямоугольное крыло: $S = b \cdot c$                      |
| Профиль                    | NACA 4412            | 4% кривизна, 40% положение кривизны, 12% толщина          |
| Высота / толщина профиля   | 30 мм                | $0,12 \cdot 250 \text{ мм} = 30 \text{ мм}$               |
| Целевая максимальная масса | 2,2 кг               | Включая аккумулятор, клей, крепёж, парашют и защиту днища |

## 2. Геометрия и нагрузка на крыло

$$S = b \cdot c = 1,7 \cdot 0,25 = 0,425 \text{ м}^2 = 42,5 \text{ дм}^2$$

$$\lambda = b^2 / S = 1,7^2 / 0,425 = 6,8$$

$$\rho_s = m / S = 2200 \text{ г} / 42,5 \text{ дм}^2 = 51,8 \text{ г/дм}^2$$

Нагрузка около 52 г/дм<sup>2</sup> допустима для моторной модели, но это уже не медленный лёгкий планер. Посадка будет требовать аккуратного захода и достаточной полосы.

## 3. Оценка скорости сваливания

$$V_s = \sqrt{(2mg / (\rho S C_{Lmax}))}$$

Для массы 2,2 кг, площади 0,425 м<sup>2</sup> и плотности воздуха 1,225 кг/м<sup>3</sup>:

| $C_{Lmax}$ | $V_s$ , м/с | $V_s$ , км/ч | Ориентировочная посадочная скорость $1,3V_s$ |
|------------|-------------|--------------|--|
| 1,0        | 9,10        | 32,8         | 42,6 км/ч                                    |
| 1,1        | 8,68        | 31,2         | 40,6 км/ч                                    |
| 1,2        | 8,31        | 29,9         | 38,9 км/ч                                    |
| 1,3        | 7,98        | 28,7         | 37,4 км/ч                                    |

Для модели с хордой 250 мм не стоит закладывать слишком оптимистичный  $C_{Lmax}$ . Для первого приближения разумно считать диапазон 1,0...1,2 и ожидать посадочную скорость порядка 39...43 км/ч.

## 4. Как уложиться в 2,2 кг

Рабочая цель - не ровно 2,2 кг, а 2,0...2,1 кг. Оставшиеся 100...200 г почти всегда уходят на клей, проводку, крепёж, усиления, защиту днища и парашют.

| Узел                           | Целевая масса |
|--------------------------------|---------------|
| Крыло с элеронами и сервами    | 400...500 г   |
| Фюзеляж                        | 350...450 г   |
| Хвостовое оперение             | 80...130 г    |
| Мотор                          | 120...170 г   |
| Регулятор                      | 40...60 г     |
| Аккумулятор                    | 250...350 г   |
| Приёмник, проводка, тяги       | 70...120 г    |
| Защита днища / посадочная лыжа | 40...90 г     |
| Тормозной парашютик            | 50...90 г     |
| Клей, плёнка, крепёж, запас    | 150...250 г   |

Самое опасное место по массе - хвост. Лишние граммы в хвосте часто требуют дополнительного балласта в носу для центровки.

## 5. Посадка на асфальт

Для асфальта лучше проектировать штатную посадку на “пузо” с защитой, а парашют использовать как тормоз после касания. Парашют не должен компенсировать слишком большую массу или плохую управляемость.

### Рекомендуемая защита днища:

- сменная нижняя лыжа или накладка из стеклотекстолита, ABS/PETG, тонкой фанеры с ламинированием или другой износостойкой пластмассы;
- плавный заход спереди без зацепа;
- длина накладки - от носовой нижней части до зоны немного за центром тяжести;
- крепление так, чтобы накладку можно было заменить после износа.

Если мотор спереди, обязательно продумать защиту винта: складной винт, достаточный клиренс, остановка двигателя перед касанием или конструктивная защита.

## 6. Посадочный парашютик

Для этой задачи нужен не спасательный купол, а тормозной парашютик. Его назначение - уменьшить пробег после касания, а не нести всю модель в воздухе.

| Диаметр купола  | Ожидаемый эффект                           |
|-----------------|--|
| 250 мм          | Слабый тормозной эффект                    |
| 300 мм          | Умеренный эффект                           |
| 350 мм          | Хорошая стартовая точка для испытаний      |
| 400 мм          | Заметный тормозной эффект                  |
| 500 мм и больше | Может резко дёргать и разворачивать модель |

Рекомендация: начать с  $D = 350$  мм. Если торможения мало - испытать 400 мм. Полноценный спасательный купол для массы 2,2 кг будет примерно 0,9...1,2 м диаметром; для посадки на асфальт это избыточно и рискованно.

## 7. Схема установки

- контейнер сверху или сзади фюзеляжа;
- выброс назад или вверх-назад;

- отдельная серва или подпружиненный лючок;
- фал примерно 0,8...1,2 м;
- крепление фала по продольной оси фюзеляжа, ближе к району центра тяжести;
- стропы не должны попадать в винт, стабилизатор, руль высоты и руль направления;
- сначала наземные испытания, потом испытания на малой скорости.

Для первых полётов безопаснее схема: обычный заход - газ убран - касание на защитную лыжу - выпуск тормозного парашюта после касания. Не раскрывать парашют в воздухе на большой скорости без испытаний.

## 8. Что можно проверить в AeroCalc уже сейчас

wingload(2.2 kg, 0.425 m<sup>2</sup>)

stall(2.2 kg, 0.425 m<sup>2</sup>, 1.0, 0 m)

stall(2.2 kg, 0.425 m<sup>2</sup>, 1.2, 0 m)

В AeroCalc пока нет отдельного режима для расчёта тормозного парашюта, но его можно добавить позднее как учебную оценку площади и диаметра купола.

### Итог

Конфигурация с площадью крыла 0,425 м<sup>2</sup> и массой до 2,2 кг может летать, но посадка будет не очень медленной. Рациональная схема: целиться в 2,0...2,1 кг, сделать сменную защитную лыжу для асфальта, а парашют использовать как тормозной после касания. Первый диаметр купола - около 350 мм.