

**VIII**

**Белорусская  
Математическая  
Конференция**

**19-24 июня 2000 г.**

**Тезисы докладов  
Часть 3**

**Минск**

# ОЦЕНКА ПОДЪЁМНОЙ СИЛЫ ДВУКРЫЛОГО НАСЕКОМОГО

Радыно Николай Яковлевич (Беларусь, Минск)

Никто не станет сомневаться, что одними из самых замечательных летунов в мире фауны являются насекомые. Человек для того, чтобы летать, изобрёл крылья, способные поднимать и удерживать летательные аппараты тяжелее воздуха. И сейчас хорошо известно, как рассчитать подъёмную силу крыла [1], [2]. Природа этой подъёмной силы - различные скорости, а значит, и давления воздуха, двигающегося под и над крылом, соответственно. Что касается полёта насекомого, в частности полёта пчелы, то мне не известны учёные, которые могли бы ответить на вопрос: "Какая сила заставляет насекомых двигаться и чему эта сила равна?" В данной работе я предлагаю модель, описывающую полёт насекомого без учёта сложных движений его крыльев.

Пусть насекомое имеет два крыла (две прямоугольные пластинки) и производит ими взмахи с большой частотой, поднимая крылья вверх на угол  $\alpha$  и опуская вниз на угол  $\beta$ , если отсчитывать от горизонтальной оси. Размерами туловища насекомого пренебрежём, будем учитывать лишь длину  $l$  его крыльев и их ширину  $d$ . Если считать, что насекомое возмущает среду вокруг себя в цилиндре радиуса  $l$  и толщины  $d$ , то для подъёмной силы получим следующую формулу:

$$f = \frac{4}{\pi} d l p_0 (\beta - \alpha), \quad (1)$$

где  $p_0$  - нормальное атмосферное давление. В качестве примера оценим подъёмную силу пчелы. Сведения о строении пчелы позаимствуем из книги [3].

*Пример.* Возьмём  $d=3$  мм - ширина крыла пчелы,  $l=8$  мм - длина крыла,  $p_0 = 101,3$  кПа - нормальное атмосферное давление, разность углов  $(\beta - \alpha)$  примем равной  $\pi/180$ . В этом случае оценка подъёмной силы будет  $f \approx 56 \times 10^{-3}$  Н. Сила тяжести, действующая на пчелу  $f_{\text{тяж.}} \approx 1 \times 10^{-3}$  Н, средняя масса пчелы равна 100 мг. Из вычислений следует, что одна пчела создаёт такую подъёмную силу, которая способна уравновесить вес 56-ти таких, как она сама.

В рамках предлагаемой модели можно легко объяснить удивительную способность насекомых менять направление движения во время полёта. Формула (1) объясняет активность насекомых во время повышенного атмосферного давления, то есть во время "ясной" погоды. Поскольку в это время подъёмная сила насекомых увеличивается. Кроме того, предлагаемая модель может быть применена к полёту птиц [4].

**Литература.** 1. Жуковский Н. Собрание сочинений, т.6 - Теоретические основы воздухоплавания, М.-Л., 1950. 2. Седов Л.И. Плоские задачи гидродинамики и аэродинамики, Гостехиздат, 1950. 3. Таранов Г.Ф. Анатомия и физиология медоносных пчёл, М., 1968. 4. Lighthill J. An Informal Introduction to Theoretical Fluid Mechanics, Oxford, 1986.