

## Вопрос 1, вариант 2



**1.10.2. Задача.** Вертолёт Ми-171 массой  $m = 7 \cdot 10^3$  кг неподвижно висит над поверхностью Земли. Считая, что скорость воздуха в вертикальной струе, создаваемой винтом вертолета, примерно одинакова по всему ее сечению, найдите эту скорость  $v$ , если диаметр винта вертолётa  $d = 20$  м. Плотность воздуха  $\rho = 1,3$  кг/м<sup>3</sup>. Ускорение свободного падения примите равным  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

**Вопросы.** Как связаны изменение импульса материальной точки и импульс силы? Сформулируйте закон сохранения импульса системы материальных точек.

**1.10.2. Решение.** Масса отбрасываемого за время  $\Delta t$  винтом вертолётa воздуха равна

$$\Delta m = \frac{\rho v \Delta t \cdot \pi d^2}{4},$$
 где  $v$  – скорость струи воздуха от винта. Импульс, переданный воздуху за это

время,  $\Delta p = \Delta m \cdot v = \frac{\rho v^2 \Delta t \cdot \pi d^2}{4}$ . Подъёмная сила, действующая на вертолёт,  $F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{\rho v^2 \pi d^2}{4}$ .

Поскольку вертолёт неподвижен,  $F = mg$ , откуда получаем, что  $v = \sqrt{\frac{4mg}{\pi \rho d^2}}$ .

**Ответ:**  $v = \frac{2}{d} \sqrt{\frac{mg}{\pi \rho}} \approx 13$  м/с.

## Критерии оценки

**Задачи (каждая задача оценивается максимально в 15 баллов)**

1. Задача вовсе не решалась – **0 баллов**.
2. Задача не решена, но сделан поясняющий рисунок (если требуется), частично сформулированы необходимые физические законы – **1 – 5 баллов**.
3. Задача не решена, но правильно сформулированы физические законы и правильно записаны основные уравнения, необходимые для решения задачи – **6 – 11 баллов**.
4. Задача решена, но допущены незначительные погрешности – **12-14 баллов**.
5. Задача решена полностью и получен правильный ответ – **15 баллов**.

**Теоретические вопросы (каждый вопрос оценивается максимально в 10 баллов)**

1. Ответ по существу обеих частей вопроса полностью отсутствует – **0 баллов**.
2. Ответ является неполным (даны формальные ответы, но отсутствуют или не полностью приведены необходимые пояснения) - ответы по каждой из частей вопроса оцениваются независимо от **1 до 5 баллов**, далее баллы суммируются **1-9 баллов**.
3. Ответ является полным (содержит по обеим частям вопроса необходимые физические понятия и величины с пояснением их смысла) – **10 баллов**.