

ГИДРОМЕХАНИКА

Академик А. Н. КОЛМОГОРОВ

**К ВОПРОСУ О СОПРОТИВЛЕНИИ И ПРОФИЛЕ СКОРОСТЕЙ
ПРИ ТУРБУЛЕНТНОМ ТЕЧЕНИИ В ТРУБАХ**

В связи с опубликованием в „Докладах Академии наук СССР“ заметки П. К. Конакова⁽¹⁾ и двух заметок А. Д. Альтшуля⁽²⁾ о турбулентном течении в трубах целесообразно сделать в дополнение к моей заметке⁽³⁾ следующие пояснения.

Положительное значение всех трех заметок^(1,2) заключается в предложенных в них упрощенных формулах для сопротивления и профиля скоростей.

Для гладких труб формула П. К. Конакова

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 1,8 \lg \text{Re} - 1,5 \quad (1)$$

и позднее предложенная А. Д. Альтшулем формула

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 1,82 \lg \text{Re} - 1,64 \quad (2)$$

в пределах точности экспериментальных данных равносильны.

Упрощенная универсальная формула А. Д. Альтшуля

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 1,8 \lg \frac{\text{Re}}{\text{Re} \frac{\Delta}{d} + 7}, \quad (3)$$

применимая к гладким, слабо шероховатым и вполне шероховатым трубам, также хорошо согласуется с приведенными в его заметке экспериментальными данными.

Упрощенная формула А. Д. Альтшуля для профиля скоростей

$$\frac{u}{u_*} = 5,33 \lg \left(\text{Re} \frac{y}{r} \right) - 2 \quad (4)$$

не имеет с принципиальной стороны преимуществ над формулой Никурадзе

$$\frac{u}{u_*} = 5,75 \lg \left(\frac{yu_*}{\nu} \right) + 5,5, \quad (5)$$

но при большей простоте обладает практически той же точностью*.

Что касается теоретических построений обоих авторов, то они не обладают убедительностью и, в частности, не могут служить

* Обе эти формулы неприменимы для оси трубы, так как по ним для оси $du/dy \neq 0$.

достаточным основанием для пересмотра установившейся концепции, в соответствии с которой вблизи гладкой стенки профиль скоростей имеет вид

$$\frac{u}{u_*} = f(\delta), \quad \delta = \frac{v}{u_*}, \quad (6)$$

где f — универсальная функция.

Формула (6) хорошо обоснована экспериментально, в частности работами Г. А. Гуржиенко. Она является естественным следствием правильного применения к нашей задаче теории подобия. Что касается применения теории подобия с пренебрежением вязкостью, то этим путем можно получить только результаты, касающиеся относительных скоростей в «ядре» потока, в частности, хорошо известный вывод об универсальности функции, выражающей зависимость $\frac{u_{\max} - u}{u_*}$

от $\frac{y}{r}$. Поэтому употребление теории подобия в работах П. К. Конакова нельзя признать правильным*.

Ссылку на авторитет Жуковского для обоснования замены общепринятой типичной длины пристеночного слоя

$$\delta = \frac{v}{u_*}$$

на типичную длину

$$\delta' = \frac{v}{u_{\text{ср}}}$$

в заметке А. Д. Альтшуля нельзя признать обоснованной. Отношение этих двух длин меняется с числом Рейнольдса крайне медленно, и Жуковский не имел дела с задачами, в которых различие между δ и δ' могло бы иметь какое-либо значение.

Кроме того, в заметке А. Д. Альтшуля напрасно опорачиваются исключительной тщательности работы Г. А. Гуржиенко. Утверждение Г. А. Гуржиенко о том, что в его опытах присутствие стенки весьма мало влияет на показания микронасадка, вполне обосновано.

Поступило
19 III 1952

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ П. К. Конаков, ДАН, 51, № 7 (1946). ² А. Д. Альтшуль, ДАН, 75, № 5 (1950); 76, № 6 (1951). ³ А. Н. Колмогоров, ДАН, 52, № 8 (1946). ⁴ П. К. Конаков, Изв. АН СССР, ОТН, № 7 (1948).

* Это замечание относится и к статье П. К. Конакова (4).