

УДК 628.147+657.28

Грабовский П.А., Прогульный В.И., Грачёв И.А.
Одесская государственная академия строительства и архитектуры

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ КАЛЬКУЛЯТОР

Разработана новая версия программы АкваПайп. В отличие от предыдущей версии [1] данная программа позволяет производить гидравлический расчёт водопроводных труб как стандартного, так и произвольного диаметра.

Программа даёт возможность определить скорость движения воды в водопроводных трубах, удельные потери напора и удельное сопротивление при заданном расходе воды и диаметре трубопровода, а также по заданной скорости и расходу для стандартных труб позволяет подбирать диаметры, соответствующие ГОСТам, а для труб

произвольного диаметра при известной шероховатости определять диаметр.

АкваПайп работает в нескольких режимах:



- расчёта скорости и потерь напора для труб стандартного диаметра (D),
- подбора D и расчёта потерь напора для труб стандартного диаметра,
- расчёта скорости и потерь напора для труб произвольного диаметра,
- вычисления D и потерь напора для труб произвольного диаметра.

Расчет	Функция	Клавиша
<input checked="" type="checkbox"/> Труб стандартного диаметра	F3	
<input type="checkbox"/> Труб произвольного диаметра	F4	
<input checked="" type="checkbox"/> Скорости и 1000i	F5	
<input type="checkbox"/> Диаметра и 1000i	F6	
<input type="checkbox"/> Удельного сопротивления	F7	

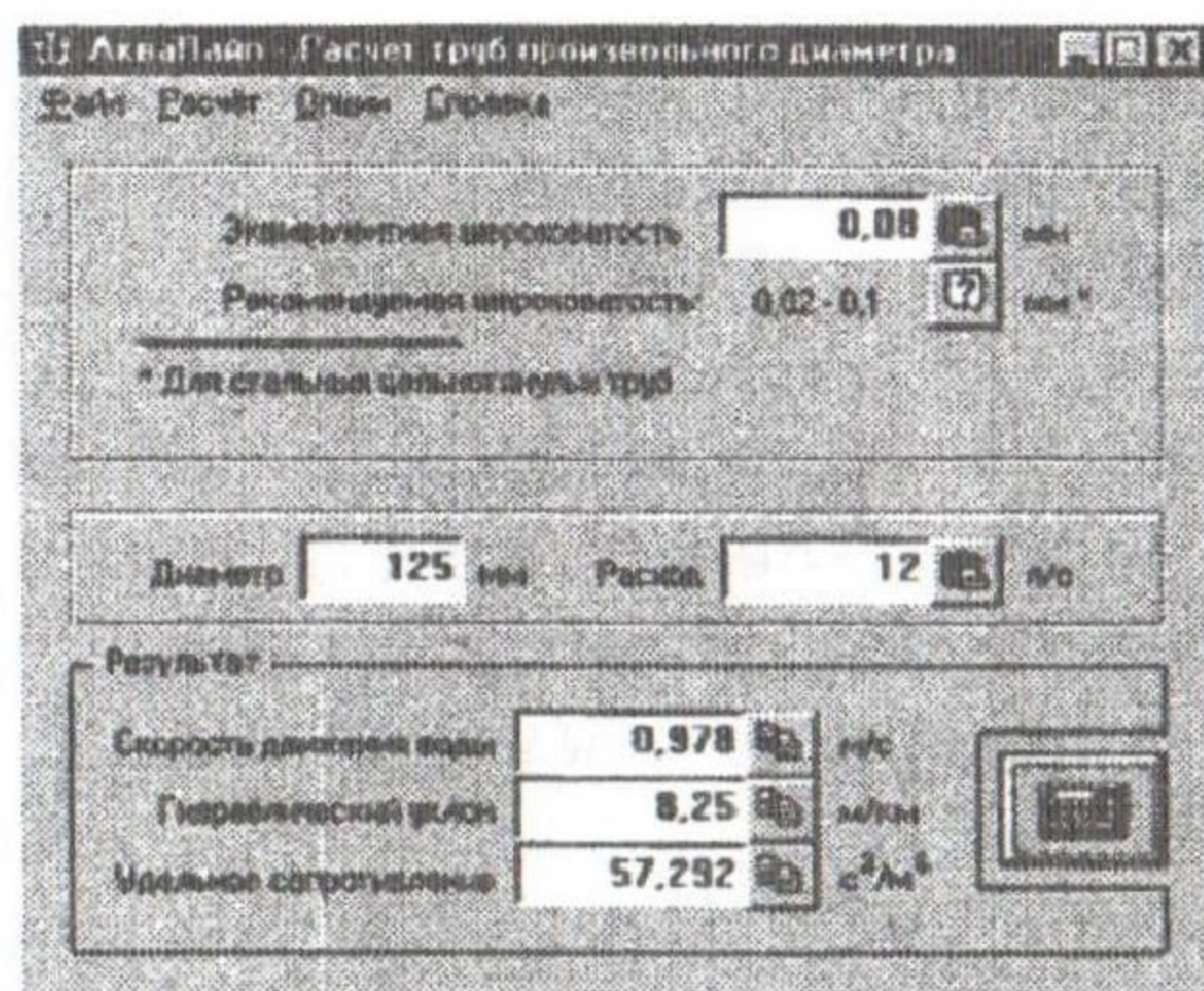
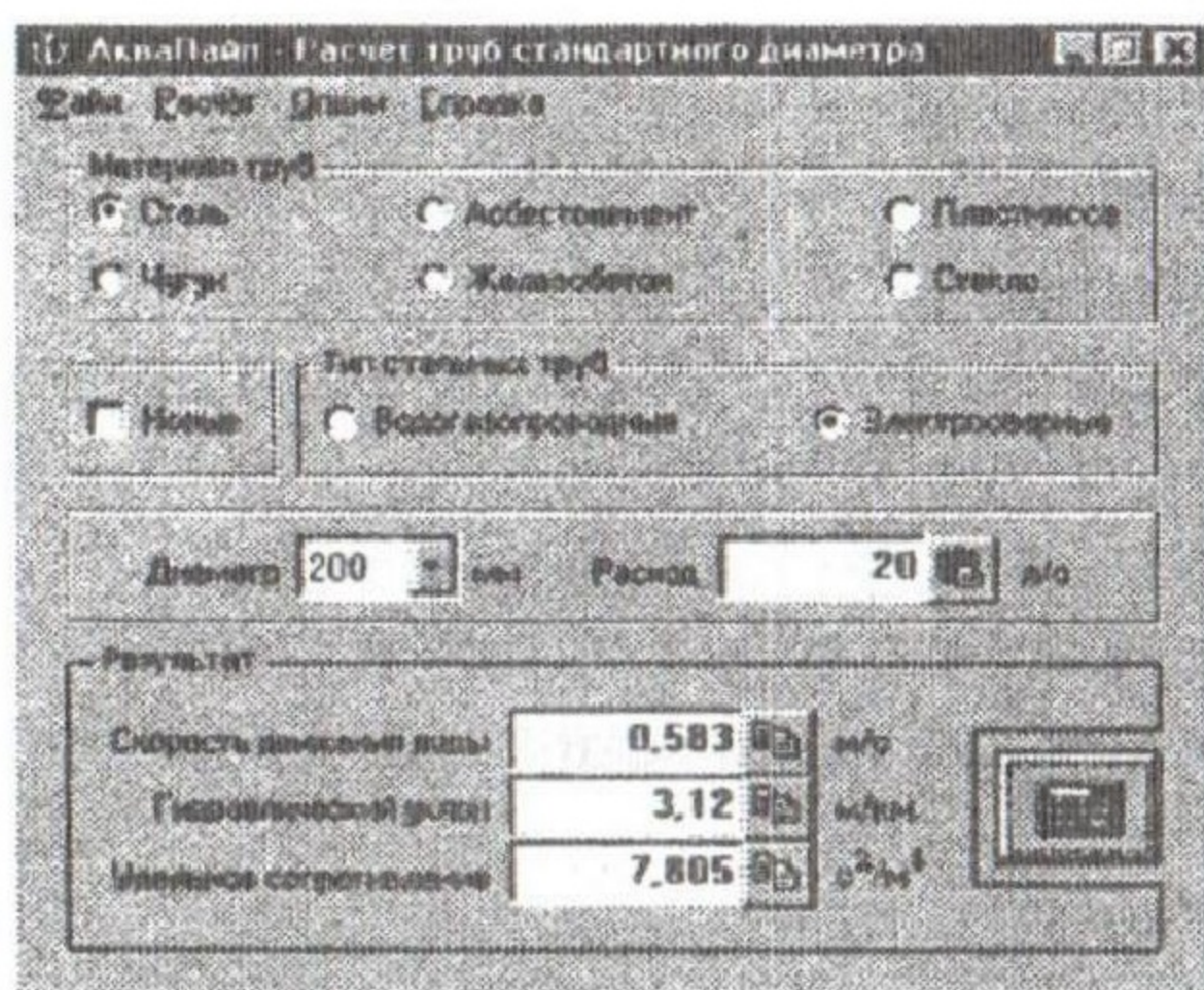
Переход из одного режима работы в другой осуществляется в меню «Расчёт». В этом же меню можно включить и отключить функцию определения удельного сопротивления.

Расчёт удельного сопротивления трубопровода можно производить как в режиме расчёта скорости и удельных потерь напора, так и в режиме определения диаметров и 1000i для труб стандартного и произвольного диаметра.

Для того чтобы произвести вычисления, необходимо:

1. Выбрать необходимый режим работы.
2. Указать материал (для труб стандартного диаметра), либо шероховатость (для труб произвольного диаметра). Нажав кнопку , можно воспользоваться рекомендациями для назначения шероховатости.
3. В режиме расчёта труб стандартного диаметра для стальных, чугунных и асбестоцементных труб указать дополнительные параметры. Для стальных выбрать тип труб; для стальных и чугунных указать являются ли они новыми (установить флажок перед надписью "новые"), либо нет. Для асбестоцементных труб задать тип и класс труб.
4. В зависимости от режима работы нужно указать необходимый диаметр, либо скорость движения воды.
5. В поле «Расход» ввести значение расчетного расхода воды.
6. Нажать кнопку , либо клавишу Enter для получения результатов.

Интерфейс программы представлен ниже.



Для удобства в меню «Опции» при помощи команды «Параметры» можно изменить единицы измерения исходных и вычисляемых величин.

По умолчанию расчет производится для температуры воды 10°C. Температура влияет на кинематическую вязкость, а, следовательно, и на результаты расчетов. При помощи той же команды «Параметры» в меню «Опции», можно задать другое значение температуры воды.

Принцип расчёта.

Трубы стандартного диаметра.

Расчёты могут выполняться для стальных труб двух типов – водогазопроводных и электросварных; чугунных; асбестоцементных двух типов – 1 и 2 и четырех классов ВТ-6, ВТ-9, ВТ-12 и ВТ-15; железобетонных; пластмассовых и стеклянных. Кроме того, для стальных и чугунных труб, можно выполнять расчёты как для новых труб, на стенках которых отсутствуют заметные признаки коррозии или отложений, так и для неновых труб.

Гидравлический уклон определяется по формуле:

$$i = \frac{\lambda V^2}{d 2g}, \quad (1)$$

где g – ускорение свободного падения, м/с^2 .

V – средняя скорость воды в трубе, м/с ;

d – расчетный внутренний диаметр труб, м ;

λ – коэффициент сопротивления трения по длине (коэффициент Дарси).

Коэффициент λ определяется по формуле [2]:

$$\lambda = \frac{k_1}{d^n} \left(k_2 + \frac{v}{V} \right)^n, \quad (2)$$

где k_1, k_2, n – коэффициенты, зависящие от материала и состояния труб;

– Для новых стальных труб - $k_1 = 0,312; k_2 = 1,9 \times 10^{-6}; n = 0,226;$

– Для новых чугунных труб - $k_1 = 0,863; k_2 = 0,55 \times 10^{-6}; n = 0,284;$

– Для неновых стальных и чугунных труб:

– при $V/v \geq 9,2 \cdot 10^5$ л/м, $k_1 = 0,021; k_2 = \left(1 - \frac{v}{V}\right); n = 0,3;$

– при $V/v < 9,2 \cdot 10^5$ л/м, $k_1 = 1; k_2 = 1,5 \times 10^{-6}; n = 0,3;$

– Для асбестоцементных труб - $k_1 = 0,184; k_2 = 0,37 \times 10^{-6}; n = 0,19;$

– Для железобетонных труб - $k_1 = 0,26312; k_2 = 0,37 \times 10^{-6}; n = 0,19;$

– Для пластмассовых труб - $k_1 = 0,2875; k_2 = 0; n = 0,226;$

– Для стеклянных труб - $k_1 = 0,3125; k_2 = 0; n = 0,226;$

v – коэффициент кинематической вязкости воды, $\text{м}^2/\text{с}$, который определяется в зависимости от температуры воды:

$$v = 0,0001775 / (1 + 0,0337t_s + 0,000221t_s^2),$$

t_s – температура воды, $^{\circ}\text{C}$;

Удельное сопротивление труб ($\text{с}^2/\text{м}^6$) определяется формулой:

$$A = i / q^2. \quad (3)$$

Трубы произвольного диаметра.

Расчёты могут выполняться как для новых труб, так и для труб находящихся в эксплуатации, изготовленных из различных материалов.

Гидравлический уклон определяется по формуле (1). Для труб произвольного диаметра коэффициент λ рассчитывается в зависимости от режима движения воды по формулам [3]:

– при $Re \leq 2320$ - $\lambda = \frac{64}{Re},$

– при $Re > 2320$ - $\lambda = 0,11 \left(\frac{\Delta}{d} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25},$

где $Re = \frac{Vd}{v}$ – число Рейнольдса; Δ – эквивалентная шероховатость,

мм.

Разработанная программа даёт возможность производить гидравлические расчёты труб как стандартных диаметров, выпущенных отечественными производителями, так и труб произвольных диамет-

ров, изготовленных из различных материалов, что существенно расширяет область применения программы, и позволяет использовать программу для расчётов труб зарубежного производства, новых труб и находящихся в эксплуатации длительное время.

Программа облегчает выполнение гидравлических расчётов труб, и повышает точность вычислений, поскольку обычно пользуются различными таблицами для гидравлического расчёта и при этом производят интерполяцию значений расходов, чего при использовании данной программы делать не нужно.

1. Грабовский П.А., Прогульный В.И., Грачёв И.А. «Программа Аква-Пайп» // Сборник докладов международного конгресса «ЭТЭВК-2005» – Ялта: НИКТИ ГХ. – 2005 – с.132-135.

2. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: Справ. пособие. – М.: Стройиздат, 1984. – 116с.

3. Справочник по гидравлическим расчётам. Под редакцией П.Г. Киселёва – М.: «Энергия», 1972 – 312с.