Решение задачи В гильбертовом пространстве выберем систему функций таких, , что они полны в этом пространстве и линейно независимы, то есть образуют базис пространства . Приближенное решение (8) представим в виде . (10) Для простоты обозначим , . Тогда (11) Помножим (11) скалярно на базисные функции , при этом член исчезает, так как интеграл равен значению функции в точках нуля функции . Таким образом, из (10) и (11) приходим к системе алгебраических уравнений, представляющей собой конечномерную аппроксимацию краевой задачи (6): . (12) В качестве базисных функций выберем систему ; ; . Выбранная система является линейно независимой, то есть образует базис в . Полнота такой системы показана в работах [1-3]. Для простоты ограничимся первыми тремя членами выбранной системы. Проведём ортонормировку базисных функций по формулам [4]: ; ; , где , . В этом случае система (12) упрощается. Следуя работам [5-8], аппроксимируем радиальную компоненту скорости по формуле , (13) где - коэффициент крутки вихревого устройства; - коэффициент аэродинамического пережима; - радиус КУ. Кроме того, положим , где - константа. Для цилиндрических ВКУ, например , тогда , (14) где . Как было сказано выше, линейная аппроксимация обусловлена уравнением неразрывности и двумерностью рассматриваемой задачи. Нелинейную систему (12) будем решать методом Ньютона [9] , (15) , где , . - матрица, обратная матрице Якоби. Из уравнения (13) видно, что отношение коэффициента к коэффициенту масштаба турбулентности является параметром задачи. Зависимости коэффициентов от параметра представлены на рис. 1 [10]. В качестве замечания следует отметить, что кроме представленных на рисунке решений, система имеет еще два решения. Однако линейный анализ на собственные значения показывает, что последние решения являются неустойчивыми и поэтому здесь не приводятся. Тангенциальная компонента скорости определяется по формуле: (16) Для определения профиля давлений вихревого потока имеем задачу Коши (17) Рис. 1 - Зависимости коэффициентов и давления на оси КУ от параметра : 1 - , 2 - , 3 - , 4 - Решение задачи (17) имеет вид: (18) где , и т.д. При расчёте гидравлического сопротивления вихревых устройств в некоторых работах принимается гипотеза, что давление в вихревом потоке равно давлению среды, в которую происходит истечение, на тех радиусах , на которых достигает своего наибольшего значения. Проверим справедливость данной гипотезы. При из (16) получаем: (19) Численные значения определяются по алгоритму (15), где .(20) Если воспользоваться отмеченным выше равенством, то гидравлическое сопротивление вихревого устройства рассчитывается по формуле (18) (21) На рис. 1 представлена также зависимость безразмерного давления на оси контактного устройства от параметра . Для использования указанных зависимостей необходимо иметь соотношения, связывающие эмпирическую константу и коэффициент . Выводы При линейной аппроксимации радиальной компоненты скорости потока краевая задача решена с использованием метода

Бубнова-Галёркина. Получены аналитические формулы для расчёта радиальной скорости и профиля давлений , которые удовлетворительно согласуются с экспериментом.