

Расходомеры, принцип работы которых основан на методе переменного перепада давления в настоящее время являются весьма популярными средствами измерения расхода жидких и газообразных сред [1,2]. Однако, наряду с большим количеством достоинств они обладают рядом недостатков, одним из которых является чувствительность статических характеристик их первичных преобразователей (сопел, диафрагм и напорных трубок) к трансформации кинематической структуры контролируемых потоков, происходящей под воздействием различных возмущений, таких как неизотермичность и турбулизация потока[3], шероховатость стенок канала, геометрия сужающего устройства [4]. Поэтому установление и учет влияния каждого из перечисленных возмущающих воздействий на коэффициент истечения сужающего устройства в отдельности или в совокупности представляет значительный практический интерес. В данной работе рассмотрено влияние геометрии проточной части расходомерного сопла на коэффициент истечения сужающего устройства. Согласно положениям теории пограничного слоя коэффициент истечения расходомерного сопла может быть представлена выражением [5] , (1) где δ - толщина вытеснения пограничного слоя в горловине сопла, чувствительная к изменению кинематической структуры потока и к изменениям локального коэффициента трения. Величина коэффициента истечения расходомерного сужающего устройства, определяемая формулой (1), является переменной, зависящей не только от параметров потока во входном сечении и не только от внешних возмущающих воздействий, но и от геометрической формы проточной части преобразователя расхода. Сужение потока при прохождении через расходомерное сопло сопровождается увеличением средней скорости и обуславливает продольный отрицательный градиент статического давления. Эффект продольного градиента, характеризуемый параметром I , зависит от геометрии проточной части, а его влияние на коэффициент трения (и через него на кинематические и интегральные параметры пограничного слоя в контрольном сечении преобразователя) может быть учтено введением в расчетную схему функции : , (2) где (3) Подставив в (3) выражение для распределения касательных напряжений в ускоренных потоках, получаем: (4) где ; (5) - параметр продольного градиента давления; (6) - изменение скорости в центральной части сопла по ходу движения потока. Зависимость для параметров на внешней границе ламинарного подслоя и с учетом (5) могут быть представлены в следующем виде: , (7) (8) Входящая в (7) и (8) относительная толщина потери импульса при известном профиле скорости определяется выражением: , (9) а профиль скоростей: , (10) (11) И, наконец, относительная толщина пограничного слоя , необходимая для определения по (5), может быть вычислена по формуле: , (12) где , (13) . Определив значения функции можно вычислить действительное значение локального коэффициента трения в горловине сужающего устройства,

имеющего заданную геометрическую форму, а затем из выражения (1) с использованием выражений для λ и из [6] определяется величина коэффициента истечения данного преобразователя, характерного для конкретного режима течения контролируемой среды. На графике рис. 1 показана зависимость величины от параметра l , характеризующего воздействие формы проточной части преобразователя расхода на контролируемый поток. Эта зависимость представлена для трех различных значений критерия Re величина коэффициента трения в горловине получается различной. Это обстоятельство неизбежно приведет к флуктуации величины коэффициента истечения преобразователя при нестабильном режиме его работы, и его учет может быть причиной появления дополнительных погрешностей измерения. Рис. 1 - Зависимость относительного коэффициента трения от параметра продольного градиента давления. Сказанное иллюстрируется на рис. 2, где представлена зависимость величин коэффициентов истечения расходомерных сопел от параметра продольного градиента при трех различных значениях Re . В то же время, судя по графику, влияние режима течения (критерия Re) на коэффициент истечения конкретного сопла (при фиксированном l) проявляется весьма незначительно и составляет в диапазоне Re от до не более 0,2 %. Рис. 2 - Зависимость величин коэффициентов истечения расходомерных сопел от параметра продольного градиента давления при различных значениях Re