В представленной работе, как и в ряде предыдущих [1-7], решается задача о теплообмене при протекании жидкости в каналах различной формы при отличающихся условиях теплоотдачи на границе. В частности, ставится задача о теплоотдаче горячей жидкости, движущейся в бесконечно-протяженном радиально-кольцевом канале (рис.1). Рис. 1 - а - вход греющей жидкости; б - выход греющей жидкости При теоретическом изучении теплообмена принято, что температура стенки, омываемой движущейся жидкостью, принимается постоянной. Такое условие часто реализуется на практике, например, в теплообменных устройствах, в которых технологические процессы протекают при постоянной, заранее известной температуре рабочей среды. Рассматривается случай, когда наружная поверхность канала теплоизолирована. Уравнение энергии и уравнение неразрывности для несжимаемой жидкости в цилиндрических координатах [8,9] записывается в виде где Для рассматриваемого случая необходимо положить: Из уравнения неразрывности и элементарных соображений сразу следует, что или где – объемный секундный расход греющей жидкости. Постановка задачи Даны две осесимметричные цилиндрические поверхности (рис.2). Между ними в момент времени в направлении оси начинает перемещаться греющая жидкость с постоянной средней скоростью Радиус внутренней цилиндрической поверхности – радиус наружной цилиндрической поверхности – Расход греющей жидкости Температура внутренней цилиндрической поверхности, обращенной к жидкости, равна В начальный момент времени имеет место равномерное распределение температуры по сечению потока жидкости. Наружная цилиндрическая поверхность теплоизолирована. Рис. 2 - Начальные и граничные условия Требуется найти температурное поле в жидкости и локальный удельный тепловой поток на внутреннюю цилиндрическую стенку. Начально-краевая задача (1) (2) (3) (4) (5) (6) После перехода к безразмерной температуре получается (7) (8) (9) (10) (11) (12) Применение к задаче (7)-(12) одностороннего преобразования Лапласа по переменной[10] (13) позволяет получить (14) (15) (16) (17) (18) Для решения неоднородной краевой задачи (14)-(18) применяется конечное интегральное преобразование Ханкеля [10] (19) где (20) а являются положительными корнями трансцендентного уравнения (21) Тогда, после ряда преобразований, имеет место краевая задача для обыкновенного дифференциального уравнения относительно переменной (22) (23) (24) где , [8] – параметр. Решением задачи (22)-(24), после элементарных алгебраических преобразований и замены и их значениями, будет (25) Обратное преобразование по Ханкелю [10] для уравнения (25) дает (26) Для перехода от изображения (26) по Лапласу к оригиналу воспользуемся таблицами изображений. Согласно [10] имеем (27) Для получения оригинала от изображения второго члена, стоящего в квадратных скобках (26), выполним следующие преобразования (28) Переход от изображения к оригиналу в (28) для экспоненциальной функции [11] дает (29)

Тогда (30) Согласно [12] (31) С применением теоремы о свертке [12] для функций (30), (31) при переходе от изображения (26) к оригиналу, с использованием (27), получено (32) Преобразование (32) позволяет получить (33) При этом характеристическое уравнение (21) для нахождения приобретает вид (34) где Функция согласно (20) запишется так Удельный тепловой поток на цилиндрическую стенку определяется из известного соотношения (35) Применение (35) к выражению (33) дает (36) При выводе выражения (36) было учтено, что согласно [10] Здесь штрих при означает производную по. Обозначения - радиальная и аксиальная координаты цилиндрической системы координат, м; -текущая температура жидкости, К; - постоянная температура горячей жидкости, К; - постоянная температура стенки канала при К; , - радиальная, осевая и тангенциальная компоненты скорости жидкости, м/с; - объемный расход жидкости, м3/с; - бесселевы функции первого рода нулевого порядка соответствующего действительного аргумента; - бесселева функция первого рода первого порядка, действительного аргумента ; - бесселевы функции второго рода нулевого порядка действительных аргументов и ; - бесселева функция второго рода первого порядка действительного аргумента ,- малый и большой радиусы кольцевого цилиндрического канала, м; - коэффициент температуропроводности, м2/с; - удельный тепловой поток, Вт/; - текущая температура жидкости, безразмерная; - коэффициент теплопроводности жидкости, Вт/(м К); - время, с; .