

6-30-2020

SIMULATION OF COLLECTOR WATER DISCHARGES INTO THE WATERCOURSE OF THE FERGHANA VALLEY

B. X. Abdullayev

Ferghana polytechnic institute, author@ferpi.uz

S. I. Xudayqulov

Ferghana polytechnic institute, author@ferpi.uz

S. M. Sattorov

Ferghana polytechnic institute, author@ferpi.uz

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi>

Recommended Citation

Abdullayev, B. X.; Xudayqulov, S. I.; and Sattorov, S. M. (2020) "SIMULATION OF COLLECTOR WATER DISCHARGES INTO THE WATERCOURSE OF THE FERGHANA VALLEY," *Scientific-technical journal*: Vol. 24 : Iss. 3 , Article 6.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi/vol24/iss3/6>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Scientific-technical journal by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact sh.erkinov@edu.uz.

BUILDING

УДК 628.143

SIMULATION OF COLLECTOR WATER DISCHARGES INTO THE WATERCOURSE OF THE FERGHANA VALLEY**Abdullayev B.X., Xudayqulov S.I., Sattorov S.M.**

Ferghana polytechnic institute

МОДЕЛИРОВАНИЕ СБРОСОВ КОЛЛЕКТОРНЫХ ВОД В ВОДОТОК ФЕРГАНСКОЙ ДОЛИНЕ**Абдуллаев Б.Х., Саттаров С.М., Худайкулов С.И.**

Ферганский политехнический институт

ФАРҒОНА ВОДИЙСИДА КОЛЛЕКТОР СУВЛАРИНИ МОДЕЛЛАШТИРИШ**Абдуллаев Б.Х., Худайкулов С.И., Саттаров С.М.,**

Фарғона политехника институти

Abstract: *The process of discharges for the watercourse is considered, starting from a certain distance from the inlet. In the future, the main attention will be paid to the consideration of the flow and the change in concentration in the channel with a circular cross section unchanged in length. The value of the concentration coefficient and analytical calculation are presented.*

Keywords: Irrigated water, collector water, drainage water, fluid flow, laminar and turbulent, saline fluid.

Аннотация: *Рассматривается процесс сбросов для водотока, начиная с некоторого расстояния от входа. Основное внимание уделяется рассмотрению течения и изменение концентрации в канале с неизменным по длине круглым поперечным сечением. Приводится значение коэффициента концентрации и аналитический расчет.*

Ключевые слова: Орошаемых вод, коллекторные воды, дренажных вод, течение жидкости, ламинарным и турбулентным, соливой жидкость.

Аннотация: *Коллекторга киришида, маълум масофадан бошлаб сув оқимининг тўлиши жараёнида кесим бўйича қаришлик кучини тарқалиши кўриб чиқилган. Асосий эътибор кесим юзасини узунлиги бўйича ўзгармас бўлган хол учун оқим таркибини ўзгариб боришига қаратилган. Оқим таркибини ўзгариши қиймати кўриб чиқилган бўлиб, аналитик ҳисоблаш ишлари бажарилган.*

Таянч сўзлар: Суғориш сувлари, коллектор сувлари, дренаж сувлари, ламинар оқим, турбулент оқим, тузли суяқлик.

Для экономии орошаемых вод используется коллекторные воды. Норма орошаемых вод в отношении минерализации составляет 5 мг/л. Для достижения этого из трассы каналов заканчиваемых узлом сооружений на Северо-Багдадском коллекторе, сбрасывается или подводится расход воды около 23 м³/с для рассоления дренажных вод этого коллектора и последующего использования их на орошение.

Процесс сбросов для водотока является более сложным по сравнению с процессом смывание поверхности неограниченным потоком. Поперечное сечение трубы имеет конечные размеры. В результате, начиная с некоторого расстояния от входа, концентрированная жидкость по всему поперечному сечению канала испытывает тормозящее действие сил вязкости, происходит изменение концентрации жидкости, как по сечению, так и по длине канала.

BUILDING

В дальнейшем основное внимание уделим рассмотрению течения и изменение концентрации в канале с неизменным по длине круглым поперечным сечением. В основном канале отсутствуют внутренние источники.

Течение жидкости может быть ламинарным и турбулентным. О режиме течения в трубах судят по значению, числа Рейнольдса [4,7]

$$Re = \frac{\bar{g}d}{\nu}$$

где \bar{g} - средняя скорость жидкости; d - внутренний диаметр трубы. Если $Re < Re_{кр} \approx 2000$, то течение является ламинарным. Значение $Re_{кр} = 2000$ является нижним критическим значением числа Рейнольдса. При $Re > 2000$ поток после единичного возмущения уже не возвращается к ламинарному режиму течения.

Развитое турбулентное течение в технических трубах устанавливается при

$$Re > Re_{кр2} \approx 10^4.$$

Течение при $Re = 2 \cdot 10^3 - 10^4$ называют переходным. Ему соответствует и переходный режим соли отдачи. Участок стабилизации. Если концентрированная солевая жидкость поступает



Рис.1. Стабилизация распределения скорости при движении жидкости в трубе.

в трубу из большого объема, распределение скорости в начальном сечении считают равномерным (рис.1), то у стенок образуется пограничный слой, толщина которого постепенно нарастает. В достаточно длинных трубах на некотором расстоянии от входа пограничный слой заполняет все поперечное сечение. При постоянных физических свойствах жидкости после заполнения устанавливается постоянное распределение скорости концентрации, характерное для данного режима течения.

В расстояние, отсчитываемое от входа до сечения, соответствующего слиянию пограничного слоя, происходит стабилизация концентрации ($x \geq l_n$) и она не зависит от распределения скорости на входе ($x = 0$), но распределение скорости концентрации как при $x < l_n$, так и при $x \geq l_n$ может зависеть от процесса соли обмена.

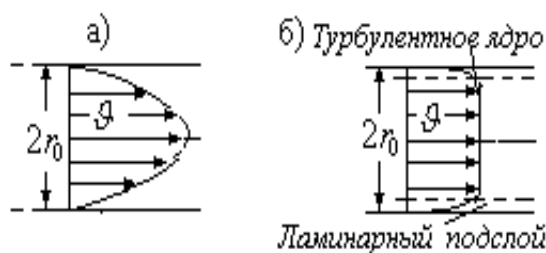


Рис.2. Распределение скорости по сечению трубы при стабилизированном ламинарном (а) и турбулентном (б) течении жидкости.

Начальный участок наблюдается как при ламинарном, так и при турбулентном течении. Однако при $Re > Re_{кр1}$ течение в начальном

участке может развиваться своеобразно. В передней части канала может существовать ламинарная форма течения. Образующийся ламинарный пограничный слой при достижении критической толщины, переходит в турбулентный. Толщина последнего быстро растет, пока не заполнит все сечение трубы. Зона начального участка в месте изменения режима концентрации течения характеризуется перемешиваемостью движения. Изменение концентрации режима течения может произойти и за пределами начального участка.

При $Re \geq 5 \cdot 10^4$ практически с самого начала развивается турбулентный пограничный слой. Если концентрированная жидкость втекает из большого объема в канал, имеющий острую кромку на входе, то в начале канала образуются вихри, приводящие к быстрому разрушению ламинарного пограничного слоя.

BUILDING

Длина начального участка и его доли, занятые соответственно ламинарным и турбулентным пограничными слоями, зависят от числа Re , степени турбулентности потока на входе и ряда других факторов. Многие факторы взаимосвязаны.

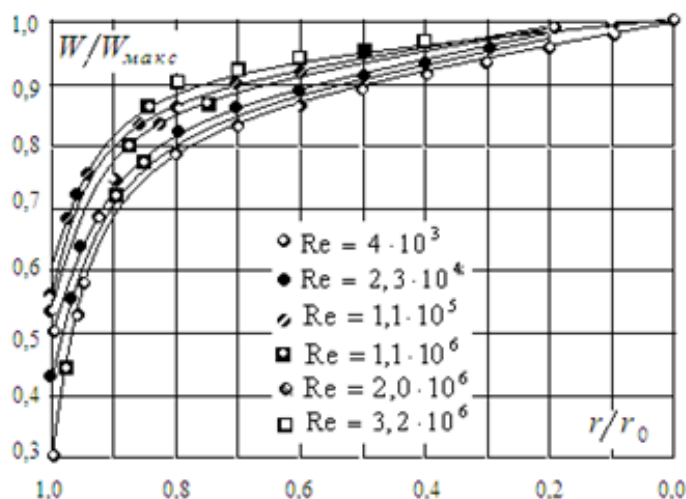


Рис.3. Распределение скорости в круглой трубе при различных числах Рейнольдса.

Если поток стабилизирован ($x > l_n$), скорость концентрации по сечению потока при ламинарном изотермическом движении распределяются по параболе [3,6,7] (рис.2, а):

$$g_x = g_{\max} \left[1 - \left(\frac{r}{r_0} \right)^2 \right]$$

где r_0 — радиус трубы; g_{\max} — скорость концентрации на оси трубы (при $r = 0$).

Средняя скорость концентрации при этом равна половине максимальной:

$$\bar{g} = \frac{1}{2} g_{\max}.$$

При турбулентном движении почти все сечение трубы заполнено турбулентно текущей более концентрированной солёной жидкостью. У стенки же образуется вязкий подслой. При больших числах Re толщина подслоя составляет ничтожную часть диаметра трубы. При стабилизированном турбулентном течении концентрации жидкости в трубах распределяется по поперечному сечению, имеет вид усеченной параболы (рис.2, б) с максимумом на оси трубы. Наиболее резко скорость изменяется вблизи стенки.

Распределение скоростей в турбулентной части потока можно описать с помощью универсального логарифмического закона [1]:

$$\frac{\bar{g}_x}{g_*} = \frac{1}{\chi} \ln y_* + \eta$$

где $g_* = \sqrt{\frac{s_c}{\rho}}$; $y_* = \frac{g_* y}{v}$; $y = r_0 - r$ (рис.2). Согласно данным ряда исследований для турбулентного ядра ($y_* \geq 30$), $\chi = 0,4$ $\eta = 5,5$ для промежуточной между турбулентным ядром и вязким подслоем области ($y_* \approx 5 - 30$, $\frac{1}{\chi} = 5,0$ и $\eta = 3,05$. В пределах вязкого подслоя ($y_* \approx 0 - 5$) принимается линейное изменение скорости.

$$\frac{\bar{g}_x}{g_*} = y_* \text{ или } \bar{g}_x = \frac{s_c}{\mu} y$$

BUILDING

Напряжение трения на стенке есть функция числа Рейнольдса. Отсюда появляется зависимость распределения скорости концентрации по сечению от Re . Чем больше число Рейнольдса, тем резче изменяется скорость концентрации вблизи стенки и менее резко — в центральной части потока, т.е. эпюра скорости, становится более заполненной (рис.3). В результате отношение средней по сечению трубы скорости к максимальной ($r = 0$) будет зависеть от числа Рейнольдса.

Экспериментально получено, что значение этой величины изменяется слабо и равно 0,8—0,9.

Приведенные сведения о распределении скорости концентрации в турбулентном потоке, прежде всего, соответствуют концентрированным течениям или течениям с практически не проявляющейся переменностью физических свойств жидкости.

Участок концентрационной стабилизации. По мере движения концентрированной жидкости вдоль трубы наблюдается усиление или уменьшение концентрации пристенных слоев, если концентрация жидкости отлична от концентрации поступающей жидкости.

В начале трубы центральное ядро жидкости еще имеет концентрацию, равную концентрации на входе, это ядро в соли обмене не участвует, все изменение концентрации сосредоточивается в пристенном слое.

Таким образом, у поверхности канала в ее начальной части образуется концентрированный пограничный слой, толщина которого по мере удаления от входа

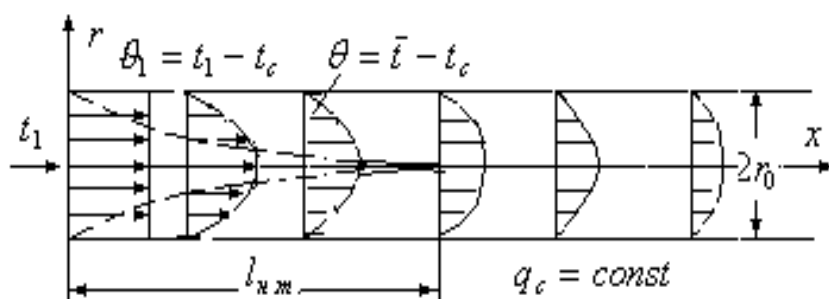


Рис.4. Изменение распределения концентрации при движении жидкости в трубе.

$l_{н.м}$ называют начальным концентрированным участком или участком стабилизации концентрации.

Если при $x > l_{н.м}$ закон задания граничных условий на стенке не изменяется, то такой соли обмен называют стабилизированным. В отличие от эпюр скорости эпюры концентрации при $x > l_{н.м}$ даже в случае постоянных физических свойств жидкости не остаются неизменными (рис.4). Существенное изменение граничных условий может привести к эффекту, подобному эффекту формирования нового концентрированного пограничного слоя.

В случае постоянных физических свойств жидкости и при простейших граничных условиях (например, $c_c = const$), $q_c = const$ коэффициент концентрации при

стабилизированном соли обмене является постоянным. Производная $\left(\frac{\partial t}{\partial r}\right)_{r=r_0}$ и

концентрированный напор $\theta = \bar{t} - t_c$, где \bar{t} - среднemasсовая по сечению концентрация жидкости, при $c_c = const$, убывают вдоль трубы с одинаковой скоростью, если $x > l_{н.м}$ (или остаются постоянными при $q_c = const$).

BUILDING

На начальном участке производная $\left(\frac{\partial t}{\partial r}\right)_{r=r_0}$ убывает гораздо быстрее концентрированного напора. В результате, как следует из уравнения соли отдачи,

$$\alpha = -\frac{\lambda}{\theta} \left(\frac{\partial t}{\partial r}\right)_{r=r_0}$$

на участке концентрированная стабилизация α - резко падает и при стабилизированном соли обмене становится постоянным.

Если на начальном участке изменяется режим течения, то изменение коэффициента концентрации по длине трубы будет иным. Коэффициент соли отдачи уменьшается на участке ламинарного течения и растет при его разрушении. Затем происходит стабилизация концентрации при турбулентном течении [2, 5].

Длина начального участка соли отдачи зависит от большого количества факторов, например от коэффициента концентрации жидкости, наличия стабилизации, числа Рейнольдса, распределения концентрации на входе и т. п.

Теория показывает, что при ламинарном течении жидкости с постоянными физическими параметрами и однородной концентрации на входе в случае $C_c = const$

$$\frac{l_{н.м}}{d} = 0,055Pe$$

и в случае $q_c = const$

$$\frac{l_{н.м}}{d} = 0,07Pe$$

Эти уравнения соответствуют предварительно стабилизированному концентрационному течению. При ламинарном течении число Рейнольдса может достигать значения примерно 2000. При этом для газов, у которых $Pr \approx 1$ ($Pe = Re Pr$), расчетная длина начального стабилизационного участка достигает примерно ста диаметров. У очень вязких жидкостей ($Pr > 1$) значение $l_{н.м}$ может изменяться от нескольких сотен до нескольких десятков тысяч диаметров. В последнем случае соли обмен практически всегда происходит в пределах начального участка.

Согласно многочисленным опытным данным при турбулентном течении $l_{н.м} = (10-15)d$.

Коэффициент изменение концентрации трубы. Определим средний коэффициент концентрации трубы, если $l > l_{н.м}$, где l - длина трубы. Пусть на участке $\alpha = \alpha(x) = \alpha_{н.м}$, $0 \leq x < l_{н.м}$ а при $x \geq l_{н.м}$ $\alpha = \alpha_\infty = const$. [1,6] Тогда

$$\bar{\alpha} = \frac{\bar{q}_c}{\Delta \bar{t}} = \frac{\int_0^l \alpha \Delta t dx}{\int_0^l \Delta t dx} = \frac{\int_0^{l_{н.м}} \alpha_{н.м} \Delta t + \int_0^{l_{н.м}} \alpha_\infty \Delta t dx}{\int_0^{l_{н.м}} \Delta t dx + \int_0^{l_{н.м}} \Delta t}$$

Интегралы в пределах от 0 до $l_{н.м}$ могут быть представлены следующим образом:

$$\int_0^{l_{н.м}} \alpha_{н.м} \Delta t dx = \bar{q}_{н.м} \cdot l_{н.м} \cdot \int_0^{l_{н.м}} \Delta t dx = \Delta \bar{t}_{н.м} \cdot l_{н.м}$$

Подставляя значения интегралов в уравнение (а), получаем

BUILDING

$$\bar{\alpha} = \frac{\bar{\alpha}_{n.m.} + \frac{\alpha_{\infty}}{\Delta \bar{t}_{n.m.} l_{n.m.}} \int_0^l \Delta t dx}{1 + \frac{1}{\Delta \bar{t}_{n.m.} l_{n.m.}} \int_0^l \Delta t dx} \quad (1)$$

Или

$$\frac{\bar{\alpha}}{\alpha_{\infty}} = \frac{\alpha_{n.m.} + \varphi(l)}{1 + \varphi(l)}$$

где

$$\varphi(l) = \frac{1}{\Delta t_{n.m.} l_{n.m.}} \int_0^l \Delta t dx = \frac{\Delta \bar{t}_{\infty}}{\Delta t_{n.m.}} \cdot \frac{l - l_{n.m.}}{l_{n.m.}}$$

$\Delta \bar{t}_{\infty}$, $\Delta \bar{t}_{n.m.}$ — соответственно средние температурные напоры на участках $(l_{n.m.}, l)$ и $(0, l_{n.m.})$
Если

$$\Delta \bar{t}_{\infty} \approx \Delta t_{n.m.}, \text{ то } \varphi(l) = \frac{l - l_{n.m.}}{l_{n.m.}}.$$

Подставляя в уравнение (1) это значение функции $\varphi(l)$, получаем:

$$\frac{\bar{\alpha}}{\alpha_{\infty}} = 1 + \frac{l_{n.m.}}{l} \left(\frac{\bar{\alpha}_{n.m.}}{\alpha_{\infty}} - 1 \right) \quad (2)$$

Из (2) уравнения следует, что в длинных трубах ($l \gg l_{n.m.}$) $\bar{\alpha} \rightarrow \alpha_{\infty}$, т. е. при больших l значения $\bar{\alpha}$ и α_{∞} практически совпадают. Например, если $\frac{\bar{\alpha}_{n.m.}}{\alpha_{\infty}} = 1,3$, то с точностью до

3% средний коэффициент соли отдачи $\bar{\alpha}$ будет равен локальному α_{∞} при $l = 10l_{n.m.} = \bar{l}_{n.m.}$

Длина трубы $l_{n.m.}$, при которой с достаточной степенью точности можно полагать, что средний коэффициент концентрации $\bar{\alpha}$ равен коэффициенту соли обмена при стабилизированном концентрации α_{∞} , обычно используется в практических расчетах средней соли отдачи. Очевидно, $l_{n.m.}$ является условной расчетной величиной, значение которой зависит или от точности аналитического расчета, или от точности экспериментальных данных.

References:

- [1]. Bochever F. M. *Gidrogeologicheskie rascheti krupnix vodozaborov podzemnix vod i vodonozitelnix ustanovok*. Stroyizdat, 1963.
- [2]. Vsargin N. N. *O techeniyax gruntovix vod pri mestnoy usilenoj infiltratsii*. DAN SSSR, t. 20, № 5, 1950.
- [3]. Verigin N. N., Sarkisyan V. S. *Metod rascheta podzemnix vodozaborov i vertikalnogo drenaja v poluogranichennoom vodonosnom plaste*. Tr. VODGEO, vip. 13, *Gidrogeologiya*. Gosstroyizdat, 1966.
- [4]. Vlyushin V. Ye. *Metod neprerivnogo raspredeleniya stokov po ploshadi dlya podscheta plastovogo davleniya pri razrabotke krupnix neftyanix zalezey*. Tr. MINX i GP, vip. 55. Izd. «Nedra», 1965.
- [5]. Karslou G. i Yeger D. *Teploprovodnost tverdix tel*. Izd. «Nauka», 1964.
- [6]. Pavlovskaya L.N. *Filtratsionnie rascheti vodonozitelnix ustanovok v stroitelnix kotlovanax gidrotexnicheskix sooruzheniy*. Izv. VNII G im. Vedeneeva, t. 64, 1960.
- [7]. Xamidov A.A., Xudaykulov S.I., Maxmudov I.E. «*Gidromexanika*» «FAN» 2009.360 s.

BUILDING

Литература

- [1]. Бочевер Ф. М. Гидрогеологические расчеты крупных водозаборов подземных вод и водопонизительных установок. Стройиздат, 1963.
- [2]. Встригин Н. Н. О течениях грунтовых вод при местной усиленной инфильтрации. ДАН СССР, т. 20, № 5, 1950.
- [3]. Веригин Н. Н., Саркисян В. С. Метод расчета подземных водозаборов и вертикального дренажа в полуограниченном водоносном пласте. Тр. ВОДГЕО, вып. 13, Гидрогеология. Госстройиздат, 1966.
- [4]. Влюшин В. Е. Метод непрерывного распределения стоков по площади для подсчета пластового давления при разработке крупных нефтяных залежей. Тр. МИНХ и ГП, вып. 55. Изд. «Недра», 1965.
- [5]. Карслоу Г. и Егер Д. Теплопроводность твердых тел. Изд. «Наука», 1964.
- [6]. Павловская Л.Н. Фильтрационные расчеты водопонизительных установок в строительных котлованах гидротехнических сооружений. Изв. ВНИИ Г им. Веденеева, т. 64, 1960.
- [7]. Хамидов А.А., Худайкулов С.И., Махмудов И.Э. «Гидромеханика» «ФАН» 2009.360 с.