

Данный файл представлен исключительно в ознакомительных целях.

Уважаемый читатель!

Если вы скопируете данный файл,
Вы должны незамедлительно удалить его сразу после ознакомления с содержанием.
Копируя и сохраняя его Вы принимаете на себя всю ответственность, согласно действующему международному законодательству .
Все авторские права на данный файл сохраняются за правообладателем.
Любое коммерческое и иное использование кроме предварительного ознакомления запрещено.

Публикация данного документа не преследует никакой коммерческой выгоды. Но такие документы способствуют быстрейшему профессиональному и духовному росту читателей и являются рекламой бумажных изданий таких документов.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

ХАРЬКОВСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ
ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ ПО КУРСУ
"ВОДОСНАБЖЕНИЕ"**

РАЗДЕЛ I "Водопотребление города".

РАЗДЕЛ II "Свободные напоры в водопроводной сети"

(для студентов дневной, заочной форм обучения,

экстернов и иностранных студентов специальностей

6.092100 «Водоснабжение и водоотведение»,

6.092100 «Промышленное и гражданское строительство»,

6.092100 «Охрана труда в строительстве»

6.092100 «Техническое обслуживание ремонт и реконструкция зданий»,

6.092100 «Городское строительство и хозяйство»)

Методические указания к практическим занятиям по курсу "Водоснабжение". Раздел I. "Водопотребление города". Раздел II. "Свободные напоры в водопроводной сети" (для студентов дневной, заочной форм обучения, экстернов и иностранных студентов специальностей 6.092100 «Водоснабжение и водоотведение», 6.092100 «Промышленное и гражданское строительство», 6.092100 «Охрана труда в строительстве», 6.092100 «Техническое обслуживание ремонт и реконструкция зданий», 6.092100 «Городское строительство и хозяйство»)
– Сост.: С.С. Душкин, Г.И. Благодарная. – Харьков: ХНАГХ, 2006. - 30 с.

Составители: С.С. Душкин,
Г.И. Благодарная

Рецензент: канд. техн. наук, доц. В.А.Ткачев

Рекомендовано кафедрой водоснабжения, водоотведения и очистки вод,
протокол №1 от 30.08.2006 г.

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Дисциплина "Водоснабжение" является одной из профилирующих дисциплин специальности 6.092100 "Водоснабжение и водоотведение" по направлению подготовки 0926 "Водные ресурсы" и специальной дисциплиной на специальностях 6.092100 "Промышленное и гражданское строительство", 6.092100 "Городское строительство и хозяйство". Комплексный характер этой дисциплины обуславливается наличием в водопроводных системах различных сооружений, обеспечивающих добывание воды из источника и подачу ее потребителю.

Строительство водопроводных сетей населенных мест и промышленных предприятий связано с большими затратами материалов и людских ресурсов, составляющими в некоторых случаях до 70-80% общих затрат на весь комплекс систем водоснабжения. Поэтому от расчета водопроводных сетей, конечная цель которого – определение оптимальных диаметров труб, в значительной степени зависит эффективность использования капитальных вложений в строительство водопровода.

В методических указаниях к практическим занятиям по курсу "Водоснабжение" представлены задачи, в которых определяются расходы воды для различных категорий потребителей и свободные напоры в водопроводной сети.

При решении задач, приведенных в данных методических указаниях, необходимо пользоваться соответствующими нормами проектирования, указанными в них.

Задачи могут быть использованы при выполнении курсового и дипломного проектирования, а также при выполнении расчетно-графических и контрольных работ.

РАЗДЕЛ I. ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ ГОРОДА

Нормой расхода воды или *нормой водопотребления* называется количество воды, расходуемое данным потребителем за определенный промежуток времени, или количество воды, необходимое для производства единицы какой-нибудь продукции, - удельная норма водопотребления.

Потребление воды населением, предприятиями и разными другими потребителями происходит неравномерно как в течение года, так и в течение более коротких отрезков времени – суток и часов.

Неравномерность потребления воды характеризуется величиной так называемого *коэффициента неравномерности*. Неравномерность потребления воды в течение года учитывается величиной коэффициента суточной неравномерности ($K_{сут}$), численно равного отношению

$$K_{сут} = \frac{Q_{\text{макс.сут.}}}{Q_{\text{ср.сут.}}}, \quad (1.1)$$

где $Q_{\text{макс.сут.}}$ – максимальный суточный расход в году;

$Q_{\text{ср.сут.}}$ – средний суточный расход за год.

Неравномерность потребления воды в течение суток учитывается величиной коэффициента часовой неравномерности ($K_{час}$), численно равного отношению

$$K_{час} = \frac{Q_{\text{макс.час.}}}{Q_{\text{ср.час.}}}, \quad (1.2)$$

где $Q_{\text{макс.час.}}$ – максимальный часовой расход, наблюдаемый в течение суток;

$Q_{\text{ср.час.}}$ – средний часовой расход за сутки.

Нормы водопотребления и коэффициенты неравномерности расхода воды для разных категорий потребителей приведены в приложении 1.

Водопроводная сеть и все сооружения системы водоснабжения должны быть рассчитаны на количество воды, которое подается городу и промышленным предприятиям в течение суток при условии возможного наибольшего потребления под требуемым напором.

Различают такие характерные расходы воды, соответствующие основным категориям потребителей: на хозяйственно-питьевые нужды населения города; на коммунальные нужды города; для промышленных предприятий; на пожаротушение.

1.1. Определение расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды населения города

При установлении расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды населения необходимо определить количество населения города

$$N = F \cdot P, \quad (1.3)$$

где F - площадь части города с той или иной плотностью населения, га;

P - плотность населения, чел./га.

Расчетный (средний за год) суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды населения города определяют по формуле

$$Q_{\text{ср.сут.}} = \frac{N \cdot q_{ж}}{1000}, \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (1.4)$$

где $q_{ж}$ - норма водопотребления;

N - количество населения в городе, чел.

Расчетные расходы воды в сутки наибольшего и наименьшего водопотребления

$$Q_{\text{макс.сут.}} = K_{\text{макс.сут.}} \cdot Q_{\text{ср.сут.}}, \quad (1.5)$$

$$Q_{\text{мин.сут.}} = K_{\text{мин.сут.}} \cdot Q_{\text{ср.сут.}}. \quad (1.6)$$

Коэффициент суточной неравномерности водопотребления, учитывающий уклад жизни населения, режим работы предприятий, степень благоустройства зданий, изменение водопотребления по сезонам города и дням недели, необходимо принимать равным

$$K_{\text{макс.сут.}} = 1,1 \div 1,3;$$

$$K_{\text{мин.сут.}} = 0,7 \div 0,9$$

$$Q_{\text{макс.час.}} = K_{\text{макс.час.}} \cdot \frac{Q_{\text{макс.сут.}}}{24}, \quad (1.7)$$

$$Q_{\text{мин.час.}} = K_{\text{мин.час.}} \cdot \frac{Q_{\text{мин.сут.}}}{24}, \quad (1.8)$$

$$K_{\text{макс.час.}} = \alpha_{\text{макс.}} \cdot \beta_{\text{макс.}}, \quad (1.9)$$

$$K_{\text{мин.час.}} = \alpha_{\text{мин.}} \cdot \beta_{\text{мин.}}, \quad (1.10)$$

где α - коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия, принимается:

$$\alpha_{\text{макс.}} = 1,2 \div 1,4; \alpha_{\text{мин.}} = 0,4 \div 0,6;$$

β - коэффициент, учитывающий количество жителей в населенном пункте, принимаемый по [1] табл. 2 или по приложению 1, табл. 1.

Максимальный секундный расход воды

$$Q_{\text{макс.сек.}} = \frac{Q_{\text{макс.час.}}}{3,6}, \text{ л/с.} \quad (1.11)$$

1.2. Расходы воды на коммунальные нужды города

а) Расходы воды на поливку улиц и площадей.

Максимальный суточный расход

$$Q_{\text{макс.сут.}} = \frac{F \cdot q \cdot n}{1000}, \text{ м}^3/\text{сут.}, \quad (1.12)$$

где F - площадь поливаемых улиц и площадей, м^2 ;

q - норма расхода воды на поливку, принимаемая в зависимости от типа покрытия и способа поливки [1] табл. 3 или табл. 2, приложение 1;

n - число поливок, принимается в зависимости от режима поливки.

Средний часовой расход

$$Q_{\text{ср.час.}} = \frac{Q_{\text{макс.сут.}}}{24}, \text{ м}^3/\text{ч.} \quad (1.13)$$

Максимальный часовой расход

$$Q_{\text{макс.час.}} = \frac{0,0417 \cdot F \cdot K_q \cdot q \cdot n}{1000}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1.14)$$

где K_q - коэффициент часовой неравномерности расходования воды на поливку; величину его можно принимать для больших городов - 2,0, для малых и средних городов - 4,0.

Максимальный расход воды

$$Q_{\text{макс.сек.}} = \frac{Q_{\text{макс.час.}}}{3,6}, \text{ л/с.} \quad (1.15)$$

б) Расход воды на поливку зелёных насаждений.

Максимальный суточный расход

$$Q_{\text{макс.сут.}} = \frac{F_z \cdot q_z \cdot n}{1000}, \text{ м}^3/\text{сут.}, \quad (1.16)$$

где F_z - площадь зелёных насаждений, м^2 ;

q_z - норма расхода воды на поливку, принимаемая по [1] табл. 3 или табл. 2, приложение 1;

n - число поливок.

Средний часовой, максимальный часовой и максимальный секундный расходы определяют по формулам (1.13), (1.14), (1.15), приведенным выше.

1.3. Определение расхода воды для промышленных предприятий

Этот расход складывается из расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды, расхода воды на душевые и расхода воды на производственные нужды.

а) Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды промышленного предприятия.

Максимальный суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды промышленных предприятий определяется из выражения

$$Q_{\text{макс.сут.}} = (q_z \cdot n'_z + q_x \cdot n'_x) + (q_z \cdot n''_z + q_x \cdot n''_x) + (q_z \cdot n'''_z + q_x \cdot n'''_x), \text{ л}, \quad (1.17)$$

где q_z и q_x - соответственно нормы водопотребления на одного рабочего (л в смену) в цехах со значительными тепловыделениями (в горячих цехах) и в остальных цехах (холодных цехах), равные: $q_z = 45$ л и $q_x = 25$ л;

n'_z , n''_z и n'''_z - количество рабочих в первой, второй и третьей сменах, работающих на предприятии в горячих цехах;

n'_x , n''_x и n'''_x - количество рабочих в первой, второй и третьей сменах, работающих на предприятии в холодных цехах;

Подставляя $q_z = 45$ л и $q_x = 25$ л в предыдущее равенство (1.17) и выражая расход в м^3 , получим

$$Q_{\text{макс.сут.}} = [0,045 \cdot (n'_z + n''_z + n'''_z) + 0,025 \cdot (n'_x + n''_x + n'''_x)], \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (1.18)$$

Количество рабочих в каждой смене и распределение их по горячим и холодным цехам принимается по данным предприятий или на основании имеющихся проектов этих предприятий. При отсутствии тех или других данных, но известном количестве рабочих можно принять следующее распределение работающих по сменам:

I смена - 40-45% всего количества работающих;

II и III смена - 30-35% всего количества работающих.

Распределение количества работающих в горячих и холодных цехах принимают в зависимости от характера технологического процесса предприятий.

Расход воды по отдельным сменам определяется по формулам

$$\text{I смена } Q'_{\text{см}} = (0,045 \cdot n'_z + 0,025 \cdot n'_x), \text{ м}^3; \quad (1.19)$$

$$\text{II смена } Q''_{\text{см}} = (0,045 \cdot n''_z + 0,025 \cdot n''_x), \text{ м}^3; \quad (1.20)$$

$$\text{III смена } Q'''_{\text{см}} = (0,045 \cdot n'''_z + 0,025 \cdot n'''_x), \text{ м}^3 \quad (1.21)$$

Нормы расхода и коэффициенты неравномерности потребления воды на хозяйственно-питьевые нужды промпредприятий относятся к работе одной смены, поэтому максимальный часовой расход воды надлежит вычислить для всех смен.

Величины максимальных часовых расходов для отдельных смен вычисляются по формулам

$$\text{I смена } Q_{\text{макс.час.}} = \frac{0,045 \cdot n'_z \cdot K_z + 0,025 \cdot n'_x \cdot K_x}{t_{\text{см}}}, \text{ м}^3/\text{ч}; \quad (1.22)$$

$$\text{II смена } Q_{\text{макс.час.}} = \frac{0,045 \cdot n''_z \cdot K_z + 0,025 \cdot n''_x \cdot K_x}{t_{\text{см}}}, \text{ м}^3/\text{ч}; \quad (1.23)$$

$$\text{III смена } Q_{\text{макс.час.}} = \frac{0,045 \cdot n_z''' \cdot K_z + 0,025 \cdot n_x''' \cdot K_x}{t_{\text{см}}}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1.24)$$

где K_z и K_x - коэффициенты часовой неравномерности соответственно в горячих и холодных цехах согласно [1] п. 2.4, $K_z=2,5$, $K_x=3$;

$t_{\text{см}}$ - продолжительность рабочей смены в часах.

Максимальный секундный расход воды

$$Q_{\text{макс.сек.}} = \frac{Q_{\text{макс.час.}}}{3,6}, \text{ л/с.} \quad (1.25)$$

б) *Расход воды на душевую на предприятии.*

Расход воды на душ зависит от количества рабочих и служащих, принимающих душ в каждой смене, и характера производства [2].

Максимальный суточный расход воды на душевые

$$Q_{\text{макс.сут.}} = [q_z' (n_z' + n_z'' + n_z''') + q_x' (n_x' + n_x'' + n_x''')], \text{ м}^3/\text{сут.}, \quad (1.26)$$

где n_z' , n_z'' , n_z''' - количество рабочих, работающих с повышенной степенью вредности или загрязненности соответственно в горячих цехах в первой, второй и третьей сменах;

n_x' , n_x'' , n_x''' - количество рабочих, принимающих души в остальных цехах соответственно в первой, второй и третьей сменах;

q_z' и q_x' - нормы расхода воды на один душ соответственно в цехах с повышенной степенью вредности или загрязненности и в остальных цехах.

Согласно нормам [2] $q_z' = 45$ л и $q_x' = 25$ л. Подставляя эти величины в предыдущее равенство и выражая расход в м^3 , получим

$$Q_{\text{макс.сут.}} = [0,45 \cdot (n_z' + n_z'' + n_z''') + 0,25 \cdot (n_x' + n_x'' + n_x''')], \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (1.27)$$

Расход воды на души для отдельных смен определяется по формулам:

$$\text{I смена } Q'_{\text{см}} = (0,45 \cdot n_z' + 0,25 \cdot n_x'), \text{ м}^3; \quad (1.28)$$

$$\text{II смена } Q''_{\text{см}} = (0,45 \cdot n_z'' + 0,25 \cdot n_x''), \text{ м}^3; \quad (1.29)$$

$$\text{III смена } Q'''_{\text{см}} = (0,45 \cdot n_z''' + 0,25 \cdot n_x'''), \text{ м}^3. \quad (1.30)$$

Расход воды на прием душа (из расчета $q_{\text{д.с.}} = 500$ л в сутки, продолжительность пользования душем $t_{\text{д}} = 45$ мин) после окончания смены рассчитываем по формуле

$$Q_{\text{душ.см.}} = \frac{N_i \cdot q_{\text{д.с.}} \cdot t_{\text{д}}}{n_i \cdot 1000}, \text{ м}^3/\text{сут.}, \quad (1.31)$$

где N_i - количество работающих, пользующихся душем в смену, с i -й санитарной характеристикой технологического процесса;

n_i - расчетное количество человек на одну душевую сетку в цехах с i -й санитарной характеристикой технологического процесса принимается по табл. 3 (приложение 1).

Максимальный часовой расход воды

$$Q_{\text{макс.час.}} = \frac{Q'_{\text{см}}}{0,75}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1.32)$$

где $Q'_{\text{см}} = (0,45 \cdot n_z' + 0,25 \cdot n_x')$, м^3 - расход воды на душевую в I смену;

0,45 и 0,25 - соответственно нормы расхода на один душ в горячих и холодных цехах, м³.

Максимальный секундный расход воды на душевые

$$Q_{\text{макс.сек.}} = \frac{Q_{\text{макс.час.}}}{3,6}, \text{ л/с.} \quad (1.33)$$

в) *Расход воды на производственные нужды промпредприятия.*

Расход воды на производственные нужды промпредприятий определяется по количеству выпускаемой продукции и удельному расходу на единицу продукции.

Максимальный суточный расход воды предприятий на производственные нужды

$$Q_{\text{макс.сут.}} = P \cdot q_{\text{уд}}, \text{ м}^3/\text{сут.}, \quad (1.34)$$

где P - суточная продукция предприятия;

$q_{\text{уд}}$ - средний удельный расход на производство единицы продукции, м³.

При отсутствии данных о расходах воды на производственные нужды по отдельным сменам потребление воды принимается равным в течение всего времени работы предприятия.

Максимальный часовой расход при этом равен

$$Q_{\text{макс.час.}} = \frac{Q_{\text{макс.сут.}}}{t}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1.35)$$

где t - продолжительность работы предприятия в течение суток, ч.

Максимальный секундный расход воды на производственные нужды

$$Q_{\text{макс.сек.}} = \frac{Q_{\text{макс.час.}}}{3,6}, \text{ л/с.} \quad (1.36)$$

1.4. Расход воды на пожаротушение

Расчётный расход на наружное пожаротушение зависит от размеров населённого пункта, этажности здания и степени их огнестойкости, размеров производственных зданий, категорий производств и других факторов. Нормами противопожарного проектирования устанавливаются величины необходимых секундных расходов для тушения пожаров в населённых местах и на промышленных предприятиях, а также количество одновременных пожаров. Таким образом, максимальный секундный расход воды на тушение пожаров определяется как произведение расчетного секундного расхода, необходимого для тушения одного пожара, на число пожаров

$$Q_{\text{пож}}^c = (q_{\text{пож}} \cdot n + q'_{\text{пож}}), \text{ л/с}, \quad (1.37)$$

где $q_{\text{пож}}$ - расчётный расход воды на тушение одного наружного пожара принимается для населённых пунктов по табл. 5 [1], а для промышленных предприятий – по табл. 7[1], л/с;

$q'_{\text{пож}}$ - расчётный расход воды на одну струю для внутреннего пожаротушения принимается по табл. 1 [2], л/с;

n - число струй принимается по табл. 1 [2].

Продолжительность пожара в населённых местах и на предприятиях нормами установлена $t_n=3$ ч. Исходя из этого, полный расход воды на тушение пожара может быть определён по формуле

$$Q'_{\text{пож}} = m \cdot (q_{\text{пож}} \cdot n + q'_{\text{пож}}), \text{ л/с}, \quad (1.38)$$

где m - расчетное количество одновременных пожаров принимается для населенного пункта по табл. 6 [1], а для промышленного предприятия – в зависимости от занимаемой им площади: один пожар при площади до 150 га, два пожара – более 150 га.

$$Q^n_{\text{пож}} = 10,8 \cdot Q'_{\text{пож}}, \text{ м}^3. \quad (1.39)$$

Полный расход воды на тушение пожара за 3 часа

$$Q_{\text{пож}} = Q_{\text{пож}}^{\text{НП}} + 0,5Q_{\text{пож}}^{\text{ПП}}, \text{ м}^3, \quad (1.40)$$

где $Q_{\text{пож}}^{\text{НП}}$ - расход воды на пожаротушение для населенного пункта, м^3 ;

$Q_{\text{пож}}^{\text{ПП}}$ - расход воды, необходимый для тушения пожара на предприятии, м^3 .

Расход воды на пожаротушение за 1 час

$$Q_{\text{час.пож.}} = \frac{Q_{\text{пож}}}{3} \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (1.41)$$

Секундный расход воды на пожаротушение

$$Q_{\text{макс.сек.}} = \frac{Q_{\text{макс.час.}}}{3,6} \text{ л/с}. \quad (1.42)$$

ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО РАЗДЕЛУ I

Пример 1. Определить расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды жителей города с плотностью населения $P = 160$ чел/га и площадью жилой застройки – 1000 га. Здания оборудованы внутренним водопроводом, канализацией и централизованным горячим водоснабжением. Город расположен на северо-востоке Украины.

Решение. Исходя из природно-климатических условий и степени благоустройства города по табл. 1 (приложение 1), принимаем норму хозяйственно-питьевого водопотребления на одного жителя равной 290 л/сут.

При определении расходов воды на хозяйственно-питьевые нужды населения города необходимо определить количество населения города по отношению (1.3):

$$N = 1000 \cdot 160 = 160000 \text{ чел.}$$

Расчетный (средний за год) суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды населения города в $\text{м}^3/\text{сут.}$ В формулу (1.4) подставляем числа и получаем

$$Q_{\text{макс.сут.}} = \frac{160000 \cdot 290}{1000} = 46400 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Расчетные расходы воды в сутки наибольшего и наименьшего водопотребления находим по формулам (1.5) и (1.6)

$$Q_{\text{макс.сут.}} = 1,1 \cdot 46400 = 51040 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q_{\text{мин.сут.}} = 0,7 \cdot 46400 = 32480 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Расчетные часовые расходы воды определяем по формулам (1.7), (1.8) с учетом формул (1.9), (1.10)

$$Q_{\text{час.макс.}} = 1,2 \cdot 1,05 \cdot \frac{51040}{24} = 1,26 \cdot \frac{51040}{24} = 2679,6, \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$Q_{\text{час.мин.}} = 0,4 \cdot 0,85 \cdot \frac{32480}{24} = 0,34 \cdot \frac{32480}{24} = 460,13 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Коэффициент, учитывающий количество жителей в городе, β принимаем по табл. 4 [1].

Максимальный секундный расход воды, рассчитываем по формуле (1.11)

$$Q_{\text{макс.сек.}} = \frac{2679,6}{3,6} = 744,3 \text{ л/с}.$$

Пример 2. Площадь жилой застройки города составляет 500 га. Расчетная плотность населения – 180 чел/га. Расход воды на хозяйственно-питьевое водопотребление – 250 л/чел. в сутки среднего водопотребления. Коэффициент суточной неравномерности водопотребления $K_{\text{сут}} = 1,2$. Определить расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды жителей города.

Решение. При определении расходов воды на хозяйственно-питьевые нужды населения города необходимо определить количество населения города по отношению (1.3)

$$N = 180 \cdot 500 = 90000 \text{ чел.}$$

Расчетный (средний за год) суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды населения города. В формулу (1.4) подставляем числа и получаем

$$Q_{\text{макс.сут.}} = \frac{90000 \cdot 250}{1000} = 22500 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Расчетные расходы воды в сутки наибольшего и наименьшего водопотребления находим по формулам (1.5) и (1.6)

$$Q_{\text{макс.сут.}} = 1,2 \cdot 22500 = 27000 \text{ м}^3/\text{сут.};$$

$$Q_{\text{мин.сут.}} = 0,8 \cdot 22500 = 18000 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Расчетные часовые расходы воды определяем по формулам (1.7), (1.8) с учетом формул (1.9), (1.10)

$$Q_{\text{час.макс.}} = 1,3 \cdot 1,1 \cdot \frac{27000}{24} = 1,43 \cdot \frac{27000}{24} = 1608,75 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$Q_{\text{час.мин.}} = 0,5 \cdot 0,7 \cdot \frac{18000}{24} = 0,35 \cdot \frac{18000}{24} = 262,5 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Коэффициент, учитывающий количество жителей в городе, β принимаем по табл. 4 [1] или табл. 1, приложение 1.

Максимальный секундный расход воды рассчитываем по формуле (1.11)

$$Q_{\text{макс.сек.}} = \frac{1608,75}{3,6} = 446,88 \text{ л/с}.$$

Пример 3. Определить суточный расход воды на поливку покрытий и зеленых насаждений города при площади покрытий $F_n = 800000 \text{ м}^2$ и площади зеленых насаждений $F_z = 904358 \text{ м}^2$. Число поливок в сутки n принять равным двум.

Решение. Суточный расход воды на поливку покрытий и насаждений города

$$Q_n = \frac{F_n \cdot q_n \cdot n}{1000} + \frac{F_3 \cdot q_3 \cdot n}{1000} = \frac{800000 \cdot 0,4 \cdot 2}{1000} + \frac{904358 \cdot 4 \cdot 2}{1000} = 7874,9 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Норма расхода воды на поливку q_n и q_3 в л/м² принимается в зависимости от типа покрытия территории, способа ее полива вида насаждений, климатических и других местных условий по табл. 6 [1].

Пример 4. Определить суточный расход воды на поливку покрытий и зеленых насаждений города с населением $N = 160000$ жителей, приняв поливочный расход воды в пересчете на одного жителя q равным 50 л/сут.

Решение. Суточный расход воды на поливку покрытий и насаждений города

$$Q_{n.\text{сут}} = q \cdot N = 50 \cdot 160000 = 8000000 \text{ л/сут} = 8000 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Пример 5. Определить вместимость бани и расход воды в ней для города с населением $N = 160000$ жителей, приняв норму водопотребления согласно приложению 3 [2] равной $q_{\delta} = 180$ л/сут.

Решение. Количество мест в бане n_{δ} определяется из расчета 7 мест на 1000 жителей (с учетом перспективы повышения степени благоустройства оно может быть снижено до 5). В городах и поселках, обеспеченных благоустроенным жилым фондом, нормы вместимости бань следует уменьшать до 3 мест на 1000 человек, тогда вместимость бани

$$n_{\delta} = \frac{3 \cdot N}{1000} = \frac{3 \cdot 160000}{1000} = 480 \text{ мест.}$$

Вместимость бань может быть принята равной 50, 100, 200 и 300 мест. Приняв две бани вместимостью $n_{\delta 1} = 200$ мест и $n_{\delta 2} = 300$ мест, определим их суточное водопотребление

$$Q_{\delta.\text{сут.}} = \frac{(n_{\delta 1} + n_{\delta 2}) \cdot q_{\delta} \cdot t_{\delta}}{1000} = \frac{(200 + 300) \cdot 180 \cdot 16}{1000} = 1440 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Продолжительность работы бани принимается обычно равной $t_{\delta} = 16$ ч (с 7 до 23 ч).

Часовой расход воды в бане

$$q_{\delta.\text{ч.}} = \frac{Q_{\delta.\text{сут.}} \cdot K_{\delta}}{t_{\delta}} = \frac{1440 \cdot 1}{16} = 90 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Коэффициент часовой неравномерности водопотребления в бане принимается равным $K_{\delta} = 1$.

Пример 6. Определить общее количество белья, поступающего в прачечную за одну смену, и расход воды в прачечной, приняв норму расхода воды на I кг сухого белья равной $q_{np} = 75$ л (табл. 2 [2]).

Решение. Количество белья, поступающего в прачечную за одну смену ($t_{см} = 8$ ч) от 1000 жителей, принимается равным $q_{np} = 100$ кг. Общее количество белья, поступающего в прачечную за одну смену

$$G_{np} = \frac{q_{np} \cdot N}{1000} = \frac{100 \cdot 160000}{1000} = 16000 \text{ кг.}$$

В соответствии с [2] прачечные следует проектировать производительностью 500, 1000, 2000, 3000, 5000, 75000, 10000 кг и более белья в смену. Обычно работа в прачечной производится в две смены $n_{см} = 2$ (с 7 до 23 ч).

Принимаем производительность прачечной 17500 кг белья в смену, тогда суточное водопотребление прачечной составит

$$Q_{пр.сут.} = \frac{G_{пр.} \cdot n_{см.} \cdot q_{пр.}}{1000} = \frac{17500 \cdot 2 \cdot 75}{1000} = 2625 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Часовой расход воды в прачечной

$$q_{пр.} = \frac{Q_{пр.сут.} \cdot K_{пр.}}{n_{см.} \cdot t_{см.}} = \frac{2625 \cdot 1}{2 \cdot 8} = 164,06 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Коэффициент часовой неравномерности водопотребления в прачечной $K_{пр} = 1$.

Пример 7. Определить количество коек и расход воды в больнице, приняв норму водопотребления, отнесенной к одной койке и равной $q_{бол.} = 250$ л/сут.

Решение. Количество коек в больнице $n_{бол.}$ определяется из расчета 12 коек на 1000 жителей

$$n_{бол.} = \frac{12 \cdot N}{1000} = \frac{12 \cdot 160000}{1000} = 1920 \text{ коек.}$$

Приняв число коек в больнице равным 2000, определяем суточное водопотребление больницы

$$Q_{бол.сут.} = \frac{q_{бол.} \cdot n_{бол.}}{1000} = \frac{250 \cdot 2000}{1000} = 500 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Пример 8. Определить количество мест в гостинице и суточное водопотребление гостиницы, приняв норму суточного водопотребления на одного постояльца $q_z = 300$ л (табл. 2 [2]).

Решение. Количество мест в гостинице n_z определяется из расчета 6 мест на 1000 жителей

$$n_z = \frac{6 \cdot N}{1000} = \frac{6 \cdot 160000}{1000} = 960 \text{ мест.}$$

Суточное водопотребление гостиницы равно

$$Q_{z.сут.} = \frac{q_z \cdot n_z}{1000} = \frac{300 \cdot 960}{1000} = 288 \text{ мест.}$$

Пример 9. Определить расход воды на хозяйственно-питьевые нужды рабочих на промышленном предприятии. Количество рабочих на предприятии составляет 6680 человек. В горячих цехах работают 880 человек, из них: на I смене – 350; на II - 280, на III - 250. В холодных цехах работают 5800 человек, из них: на I смене - 2150; на II - 1960, на III - 1750.

Решение. Исходя из норм расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды на промышленных предприятиях (табл. 7 [1]), определяем сменные расходы воды отдельно в цехах с тепловыделением более 20 ккал. на I м³ (горячие цеха) $Q_{г.ц.}^{см.}$ и в остальных цехах (холодные цеха) $Q_{х.ц.}^{см.}$

$$Q_{г.ц.}^{Iсм.} = 0,001 \cdot 45 \cdot 350 = 15,75 \text{ м}^3/\text{сут.};$$

$$Q_{\text{с.ш.}}^{\text{II см}} = 0,001 \cdot 45 \cdot 280 = 12,60 \text{ м}^3/\text{сут.};$$

$$Q_{\text{с.ш.}}^{\text{III см}} = 0,001 \cdot 45 \cdot 250 = 11,25 \text{ м}^3/\text{сут.};$$

$$\sum Q_{\text{с.ш.}} = 39,60 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

$$Q_{\text{х.ш.}}^{\text{I см}} = 0,001 \cdot 25 \cdot 2150 = 53,75 \text{ м}^3/\text{сут.};$$

$$Q_{\text{х.ш.}}^{\text{II см}} = 0,001 \cdot 25 \cdot 1900 = 47,50 \text{ м}^3/\text{сут.};$$

$$Q_{\text{х.ш.}}^{\text{III см}} = 0,001 \cdot 25 \cdot 1750 = 43,75 \text{ м}^3/\text{сут.};$$

$$\sum Q_{\text{с.ш.}} = 145 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Пример 10. Пользуясь исходными данными предыдущего примера, определить расход воды на нужды душевых, имея в виду, что производственный процесс в горячих цехах вызывает загрязнение одежды и рук, а в холодных цехах не вызывает такого загрязнения. В горячих цехах душем пользуются 70% рабочих, а в холодных - 20%.

Решение. В горячих цехах пользуются душем по сменам

$$\text{I смена} - 350 \cdot 0,7 = 245 \text{ чел.};$$

$$\text{II смена} - 280 \cdot 0,7 = 196 \text{ чел.};$$

$$\text{III смена} - 250 \cdot 0,7 = 175 \text{ чел.}$$

В холодных цехах пользуются душем по сменам

$$\text{I смена} - 2160 \cdot 0,2 = 430 \text{ чел.};$$

$$\text{II смена} - 1900 \cdot 0,2 = 380 \text{ чел.};$$

$$\text{III смена} - 1750 \cdot 0,2 = 350 \text{ чел.}$$

Исходя из нормы расхода воды на одну душевую сетку $q_{\text{д.с.}} = 500 \text{ л/ч}$ и продолжительности пользования душем $t_{\text{д}} = 45 \text{ мин.}$ после окончания смены, сменный расход воды на предприятии для душевых в м^3 может быть определен из выражения

$$Q_{\text{душ.}}^{\text{см}} = \frac{0,001 \cdot q_{\text{д.с.}} \cdot t_{\text{д}} \cdot N_i}{n_i},$$

где N_i - количество работающих, пользующихся душем в смену, с i -й санитарной характеристикой технологического процесса;

n_i - расчетное количество человек на одну душевую сетку в цехах с i -й санитарной характеристикой технологического процесса (табл. 8 [1]).

В цехах, вызывающих загрязнение одежды и рук,

$$Q_{\text{душ.}}^{\text{I см}} = \frac{0,001 \cdot 500 \cdot 0,75 \cdot 245}{7} = 13,13 \text{ м}^3/\text{см.};$$

$$Q_{\text{душ.}}^{\text{II см}} = \frac{0,001 \cdot 500 \cdot 0,75 \cdot 196}{7} = 10,50 \text{ м}^3/\text{см.};$$

$$Q_{\text{душ.}}^{\text{III см}} = \frac{0,001 \cdot 500 \cdot 0,75 \cdot 175}{7} = 9,38 \text{ м}^3/\text{см.}.$$

$$\sum Q_{\text{душ.}} = 33,01 \text{ м}^3/\text{см.}$$

В цехах, не вызывающих загрязнение одежды и рук,

$$Q_{\text{дущ}}^{\text{Исм}} = \frac{0,001 \cdot 500 \cdot 0,75 \cdot 430}{15} = 10,75 \text{ м}^3/\text{см.};$$

$$Q_{\text{дущ}}^{\text{Исм}} = \frac{0,001 \cdot 500 \cdot 0,75 \cdot 380}{15} = 9,50 \text{ м}^3/\text{см.};$$

$$Q_{\text{дущ}}^{\text{Исм}} = \frac{0,001 \cdot 500 \cdot 0,75 \cdot 350}{15} = 8,75 \text{ м}^3/\text{см.}.$$

$$\sum Q_{\text{дущ}} = 29,00 \text{ м}^3/\text{см.}$$

Пример 11. Определить максимальный секундный расход воды для производственных целей для тракторного завода, суточная продукция которого составляет 100 тракторов, работа в 3 смены, удельный расход воды для производства одного трактора 45 м^3 .

Решение. Максимальный суточный расход предприятия на производственные нужды определяем по формуле (1.34).

Так как средний удельный расход воды для производства одного трактора 45 м^3 , следовательно, суточный расход будет

$$Q_{\text{макс.сут}} = 100 \cdot 45 = 4500 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Принимая расход воды на производственные нужды равномерным в течение суток, максимальный часовой расход определяется по формуле (1.35) и равен

$$Q_{\text{макс.час}} = \frac{4500}{24} = 187,5 \text{ м}^3/\text{час.}$$

Максимальный секундный расход

$$Q_{\text{макс.сек}} = \frac{187,5}{3,6} = 52,1 \text{ л/сек.}$$

Пример 12. Определить расчетный расход воды для тушения пожара в населенном пункте и на промышленном предприятии, имеющих общий противопожарный водопровод, при следующих исходных данных:

1. Численность населения города - 160000 человек;
2. Этажность зданий – 5;
3. Площадь территории промышленного предприятия - 60 га;
4. Объем наибольшего здания (цеха) предприятия - 60 тыс.м^3 ;
5. Категория производства по пожарной опасности - Б;
6. Степень огнестойкости зданий - II.

Решение. Расчетный расход воды для тушения пожаров в населенном пункте и на промышленном предприятии можно определить по формуле (1.37).

Расчетный расход воды на тушение пожара в населенном пункте

$$Q_{\text{пож}}^2 = 3 \cdot (40 + 2 \cdot 2,5) = 135 \text{ л/с.}$$

Расчетный расход воды на тушение пожара на промышленном предприятии составит

$$Q_{\text{пож}}^{\text{н.пр.}} = 1 \cdot (30 + 2 \cdot 2,5) = 35 \text{ л/с.}$$

Расчетный расход воды для объединенного водопровода, обслуживающего населенный пункт и промышленные предприятия, надлежит определять как сумму потребного большего расхода (на предприятии или в населенном пункте)

плюс 60% потребного меньшего расхода (на предприятии или в населенном пункте). Тогда расчетный расход воды для тушения пожара составит

$$Q_{\text{пож}} = 135 + 35 \cdot 0,5 = 152,5 \text{ л/с.}$$

ВАРИАНТЫ ЗАДАЧ ДЛЯ РЕШЕНИЯ

Задача 1

Определить максимальный суточный расход воды (средний за год) для жилого микрорайона города, а также в сутки наибольшего и наименьшего водопотребления.

При составлении задачи допущена условность – степень благоустройства зданий не увязана с заданной этажностью зданий.

Исходные данные для решения задачи приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Исходные данные	Номера вариантов				
	1	2	3	4	5
Площадь жилой застройки микрорайона F , га	180	160	130	200	150
Степень благоустройства жилых зданий (по табл. 2)	5	1	4	3	2
Плотность населения P , чел/га	400	330	380	450	440
Число этажей жилой застройки	8	5	8	12	12

Таблица 2

№	Степень благоустройства жилых зданий
1	Жилые дома квартирного типа с водопроводом, канализацией и газоснабжением
2	То же, с ваннами и газовыми водонагревателями
3	То же, с быстродействующими газовыми водонагревателями с многоточечным водоразбором
4	То же, с централизованным горячим водоснабжением, оборудованные умывальниками, мойками, душами
5	То же, с сидячими ваннами, оборудованными душами

Задача 2

Определить расход воды на коммунальные нужды города.

Исходные данные	Номера вариантов				
	1	2	3	4	5
Площадь улиц и площадей, F_n , м ²	1500	3500	6000	5320	7485
Площадь зеленых насаждений F_z , м ²	5000	10500	20000	50500	95000
Норма расхода воды для поливки q_n , л/м ² на 1 м ²	1,2	1,5	0,3	0,35	0,4
Норма расхода воды для поливки q_z , л/м ² на 1 м ²	3,5	3	4	5	6
Число поливок (моек) в сутки, n	2	1	2	1	2

Задача 3

	Номера вариантов				
	1	2	3	4	5
Определить количество и суточный расход	мест	коек	мест	коек	белья
Исходные данные					
Число жителей, чел.	100000	300000	140000	200000	50000
Норма водопотребления на 1 единицу, л	250	115	360	200	40
Продолжительность работы предприятия 1 смены, ч	16	-	-	-	8
Коэффициент часовой неравномерности водопотребления	1	1	1	1	1

Задача 4

Определить расход воды на хозяйственно-питьевые нужды рабочих на промышленном предприятии.

Исходные данные	Номера вариантов				
	1	2	3	4	5
Количество рабочих на предприятии, чел.	1000	6000	2000	5340	7800
В горячих цехах работают, из них:	600	1500	1280	3500	4900
на I смене, чел.	480	500	640	2400	2690
на II смене, чел.	120	500	360	800	1310
на III смене, чел.	-	500	280	300	900
В холодных цехах работают, из них:	400	4500	720	1840	2900
на I смене, чел.	300	2800	450	1000	1680
на II смене, чел.	100	1000	150	600	880
на III смене, чел.	-	700	120	240	340

Задача 5

Определить расход воды на нужды душевых.

Исходные данные	Номера вариантов				
	1	2	3	4	5
Количество рабочих на предприятии, чел.	2000	5000	1500	7200	5580
В горячих цехах работают, %	15	40	80	60	70
В холодных цехах работают, %	10	25	70	40	20
Группа производственных процессов и санитарные характеристики производственных процессов (см. приложение 1, табл. 3)	I, а	I, б	II, г	II, в	I, а

Задача 6

Определить максимальный секундный расход воды для производственных целей для:

Исходные данные	Номера вариантов				
	1	2	3	4	5
Предприятие	Обувная фабрика	Автозавод	Молокозавод	Колбасное производство	Пивоваренный
Продукция	обувь	машина	молоко	колбаса	пиво
Суточная продукция предприятия.	5000 пар	240 шт.	30 т.	8 т.	25 т.
Средний удельный расход на производство единицы продукции, $q_{уд}$, м ³	30	45	20	15	15

Задача 7

Определить расчетный расход воды для тушения пожара в населенном пункте и на промышленном предприятии, имеющих общий противопожарный водопровод, при следующих исходных данных:

Исходные данные	Номера вариантов				
	1	2	3	4	5
Численность населения города, тыс. чел.	110	230	560	470	24
Этажность зданий	5	9	12	5	3
Площадь территории промышленного предприятия, га	70	100	200	250	160
Объем наибольшего здания (цеха) предприятия, тыс. м ³	70	100	200	250	60
Категория производства по пожарной опасности	Б	А	В	Г	В
Степень огнестойкости зданий	I	II	I	II	II

РАЗДЕЛ II. СВОБОДНЫЕ НАПОРЫ В ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ

В любой точке наружной водопроводной сети напор должен быть достаточным для того, чтобы вода под его действием могла поступать из наружной по внутренней водопроводной сети до самого верхнего и наиболее отдаленного водозаборного прибора.

Необходимый свободный минимальный напор ($H_{св}$) в водопроводной сети в точке присоединения ввода в здание определяется как сумма геометрической высоты подъема воды (H_z), запаса напора для нормальной работы водоразборных приборов ($H_{из}$) и потерь напора по длине трубопровода от ввода до наиболее удаленного водоразборного прибора ($h_{дл}$):

$$H_{св} = H_z + H_{из} + h_{дл}, \quad (2.1)$$

При одноэтажной застройке необходимый свободный минимальный напор составляет не менее 10 метров. При многоэтажной – на первый этаж принимается 10 метров, а на каждый последующий в час максимального водопотребления – по 4 метра, в другие часы – по 3,5 метра.

$$H_{св} = 10 + h_1 \cdot (n - 1), \quad (2.2)$$

где h_1 – принимаемый напор на один этаж, м;

n – количество этажей здания.

Под пьезометрической отметкой в узле водопроводной сети подразумевается сумма отметки земли и свободного напора в этом узле.

$$\Pi_i = H_{св}^i + Z_i, \quad (2.3)$$

где Π_i – пьезометрическая отметка, м;

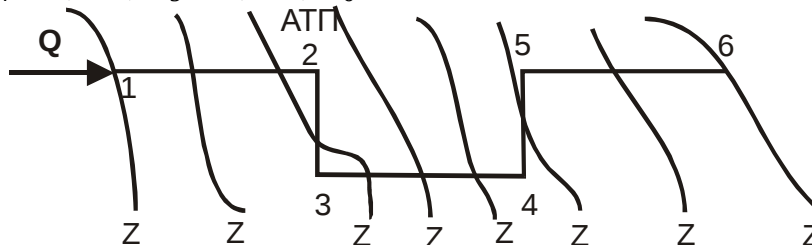
$H_{св}^i$ – свободный напор в i -й точке, м;

Z_i – отметка земли в i -й точке, м.

ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО РАЗДЕЛУ II

Пример 1.

Определить Нсв и пьезометрические отметки узловых точек тупиковой сети. Этажность – 5 этажей. $h_{1-2}=0,8$ м, $h_{2-3}=1,2$ м, $h_{3-4}=1,1$ м, $h_{4-5}=0,9$ м, $h_{5-6}=0,7$ м. Отметки поверхности земли в узловых точках равны: $Z_1=94$ м, $Z_2=96,2$ м, $Z_3=95,8$ м, $Z_4=98,4$ м, $Z_5=99,2$ м, $Z_6=101$ м.



Решение: 1. Находим свободный напор в точке 6.

$$H_{св}^6 = 10 + 4 \cdot (5 - 1) = 26 \text{ м.}$$

2. Находим пьезометрическую отметку в точке 6.

$$\Pi^6 = 26 + 101 = 127 \text{ м.}$$

3. Находим пьезометрическую отметку в точке 5.

$$\Pi^5 = 127 + 0,7 = 127,7 \text{ м.}$$

4. Находим свободный напор в точке 5.

$$H_{св}^5 = 127,7 - 99,2 = 28,5 \text{ м.}$$

5. Находим пьезометрическую отметку в точке 4.

$$П^4 = 127,7 + 0,9 = 128,6 \text{ м.}$$

6. Находим свободный напор в точке 4.

$$H_{св}^4 = 128,6 - 98,4 = 30,2 \text{ м.}$$

7. Находим пьезометрическую отметку в точке 3.

$$П^3 = 128,6 + 1,1 = 129,7 \text{ м.}$$

8. Находим свободный напор в точке 3.

$$H_{св}^3 = 129,7 - 95,8 = 33,9 \text{ м.}$$

9. Находим пьезометрическую отметку в т. 2.

$$П^2 = 129,7 + 1,2 = 130,9 \text{ м.}$$

10. Находим свободный напор в точке 2.

$$H_{св}^2 = 130,9 - 96,2 = 34,7 \text{ м.}$$

11. Находим пьезометрическую отметку в точке 1.

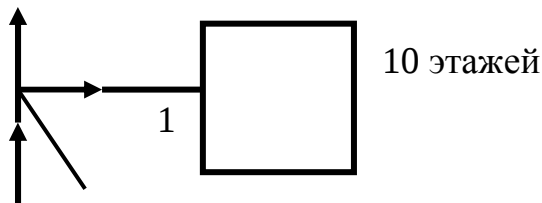
$$П^1 = 130,9 + 0,8 = 131,7 \text{ м.}$$

12. Находим свободный напор в точке 1.

$$H_{св}^1 = 131,7 - 94 = 37,7 \text{ м.}$$

Пример 2.

Возможно ли подключение здания к водопроводной сети?



$$H_{св} = 36 \text{ м}$$

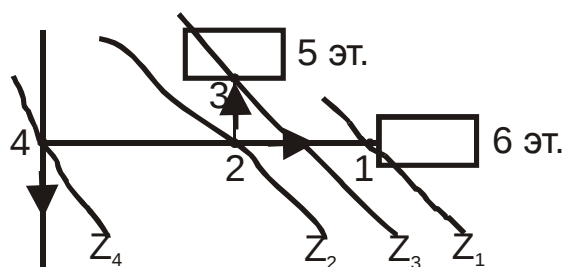
Решение: 1. Находим свободный напор в т. 1.

$$H_{св}^1 = 10 + 4 \cdot (10 - 1) = 46 \text{ м.}$$

Подключение здания к водопроводной сети не возможно, так как напор при входе в здание 46 м, а требуемый – 36 м.

Пример 3.

Определить $H_{св}$ и пьезометрические отметки в узловых точках 1, 2, 3, 4. $h_{1-2}=1,1$ м; $h_{2-3}=0,6$ м; $h_{3-4}=0,8$ м. Отметки поверхности земли в узловых точках равны: $Z_1=90$ м, $Z_2=80$ м, $Z_3=85$ м, $Z_4=75$ м.



Решение: 1. Находим свободный напор в точке 1.

$$H_{св}^1 = 10 + 4 \cdot (6 - 1) = 30 \text{ м.}$$

2. Находим свободный напор в точке 3.

$$H_{св}^3 = 10 + 4 \cdot (5 - 1) = 26 \text{ м.}$$

3. Находим пьезометрическую отметку в точке 3.

$$\Pi^3 = 26 + 85 = 111 \text{ м.}$$

4. Находим пьезометрическую отметку в точке 1.

$$\Pi^1 = 30 + 90 = 120 \text{ м.}$$

5. Находим пьезометрическую отметку в точке 2.

$$\Pi^2 = 120 + 1,1 = 121,1 \text{ м.}$$

6. Находим свободный напор в точке 2.

$$H_{св}^2 = 121,1 - 80 = 41,1 \text{ м.}$$

7. Находим пьезометрическую отметку в точке 4.

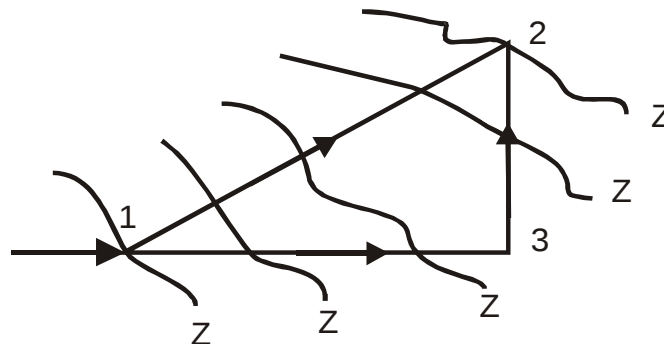
$$\Pi^4 = 121,1 + 0,8 = 121,9 \text{ м.}$$

8. Находим свободный напор в точке 4.

$$H_{св}^4 = 121,9 - 75 = 46,9 \text{ м.}$$

Пример 4.

Определить $H_{св}$ и пьезометрические отметки в узловых точках. Этажность – 5 этажей. $h_{1-2}=0,8$ м, $h_{2-3}=0,6$ м, $h_{3-1}=1,4$ м. Отметки поверхности земли в узловых точках равны: $Z_1=41$ м, $Z_2=45$ м, $Z_3=43,4$ м.



Решение: 1. Находим свободный напор в самой удаленной точке в точке 2.

$$H_{св}^2 = 10 + 4 \cdot (5 - 1) = 26 \text{ м.}$$

2. Находим пьезометрическую отметку в точке 2.

$$\Pi^2 = 45 + 26 = 71 \text{ м.}$$

3. Находим пьезометрическую отметку в точке 3.

$$\Pi^3 = 71 + 0,6 = 71,6 \text{ м.}$$

4. Находим свободный напор в точке 3.

$$H_{св}^3 = 71,6 - 43,4 = 28,2 \text{ м.}$$

5. Находим пьезометрическую отметку в точке 1.

$$\Pi^1 = 71,6 + 0,8 = 72,4 \text{ м.}$$

6. Находим свободный напор в точке 1.

$$H_{св}^1 = 72,4 - 41 = 31,4 \text{ м.}$$

7. Находим пьезометрическую отметку в точке 1.

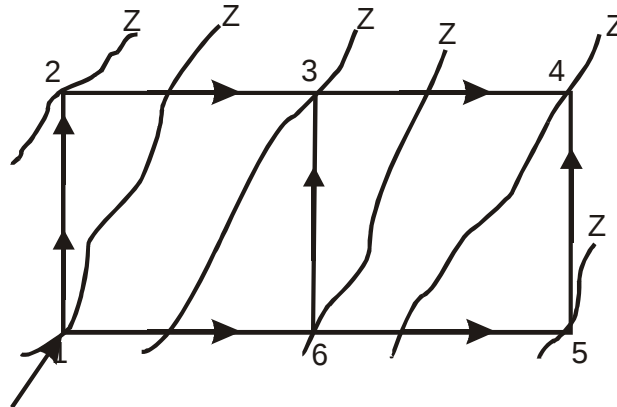
$$\Pi^1 = 71 + 1,4 = 72,4 \text{ м.}$$

8. Находим свободный напор в точке 1.

$$H_{св}^1 = 72,4 - 41 = 31,4 \text{ м.}$$

Пример 5.

Определить $H_{св}$ и пьезометрические отметки в узловых точках. Этажность – 8 этажей. $h_{1-2}=1,5$ м, $h_{2-3}=0,5$ м, $h_{3-4}=1,2$ м, $h_{4-5}=1,3$ м, $h_{5-6}=2,0$ м, $h_{6-1}=0,6$ м. Отметки поверхности земли в узловых точках равны: $Z_1=144,6$ м, $Z_2=144$ м, $Z_3=146$ м, $Z_4=148$ м, $Z_5=149$ м, $Z_6=147$ м.



Решение: 1. Находим свободный напор в точке 4.

$$H_{св}^4 = 10 + 4 \cdot (8 - 1) = 38 \text{ м.}$$

2. Находим пьезометрическую отметку в точке 4.

$$\Pi^4 = 38 + 148 = 186 \text{ м.}$$

3. Находим пьезометрическую отметку в точке 3.

$$\Pi^3 = 186 + 1,2 = 187,2 \text{ м.}$$

4. Находим свободный напор в точке 3.

$$H_{св}^3 = 187,2 - 146 = 41,2 \text{ м.}$$

5. Находим пьезометрическую отметку в точке 2.

$$\Pi^2 = 187,2 + 0,5 = 187,7 \text{ м.}$$

6. Находим свободный напор в точке 2.

$$H_{св}^2 = 187,7 - 144 = 43,7 \text{ м.}$$

7. Находим пьезометрическую отметку в точке 1.

$$\Pi^1 = 187,7 + 1,5 = 189,2 \text{ м.}$$

8. Находим свободный напор в точке 1.

$$H_{св}^1 = 189,2 - 144,6 = 44,6 \text{ м.}$$

9. Находим пьезометрическую отметку в точке 5.

$$\Pi^5 = 186 + 2,0 = 188 \text{ м.}$$

10. Находим свободный напор в точке 5.

$$H_{св}^5 = 188 - 149 = 39 \text{ м.}$$

11. Находим пьезометрическую отметку в точке 6.

$$\Pi^6 = 188 + 0,6 = 188,6 \text{ м.}$$

12. Находим свободный напор в точке 6.

$$H_{св}^6 = 188,6 - 147 = 41,6 \text{ м.}$$

13. Находим пьезометрическую отметку в точке 1.

$$\Pi^1 = 188,6 + 0,6 = 189,2 \text{ м.}$$

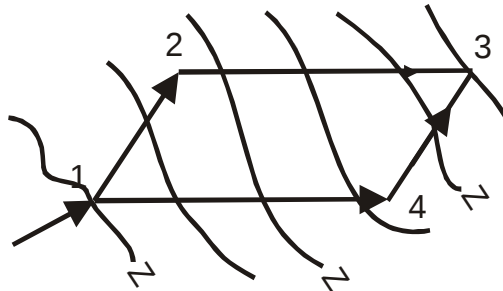
14. Находим свободный напор в точке 1.

$$H_{св}^1 = 189,2 - 144,6 = 44,6 \text{ м.}$$

Пример 6.

Определить $H_{св}$ и пьезометрические отметки. Этажность – 6 этажей.

$h_{1-2}=1,8$ м; $h_{2-3}=1,4$ м; $h_{3-4}=0,5$ м; $h_{4-1}=3,6$ м. Отметки поверхности земли в узловых точках равны: $Z_1=194$ м, $Z_2=195,5$ м, $Z_3=199$ м, $Z_4=197,2$ м.



Решение: 1. Находим свободный напор в точке 3.

$$H_{св}^3 = 10 + 4 \cdot (6 - 1) = 30 \text{ м.}$$

2. Находим пьезометрическую отметку в точке 3.

$$\Pi^3 = 30 + 199 = 229 \text{ м.}$$

3. Находим пьезометрическую отметку в точке 2.

$$\Pi^2 = 229 + 2,3 = 231,3 \text{ м.}$$

5. Находим свободный напор в точке 2.

$$H_{св}^2 = 231,3 - 195,5 = 35,8 \text{ м.}$$

6. Находим пьезометрическую отметку в точке 1.

$$\Pi^1 = 231,3 + 1,8 = 233,1 \text{ м.}$$

7. Находим свободный напор в точке 1.

$$H_{св}^1 = 233,1 - 194 = 39,1 \text{ м.}$$

8. Находим пьезометрическую отметку в точке 4.

$$\Pi^4 = 229 + 0,5 = 229,5 \text{ м.}$$

9. Находим свободный напор в точке 4.

$$H_{св}^4 = 229,5 - 197,2 = 32,1 \text{ м.}$$

10. Находим пьезометрическую отметку в точке 1.

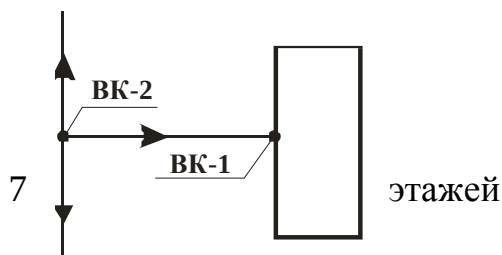
$$\Pi^1 = 229,5 + 3,6 = 233,1 \text{ м.}$$

11. Находим свободный напор в точке 1.

$$H_{св}^1 = 233,1 - 194 = 39,1 \text{ м.}$$

Пример 7.

Определить пьезометрические отметки в узловых точках ВК-1, ВК-2 и свободные напоры, если $Z_1=85,0$ м, $Z_2=84,5$ м, $h_{1-2} = 1,9$ м.



Решение: 1. Находим свободный напор в точке ВК-1.

$$H_{св}^{BK-1} = 10 + 4 \cdot (7 - 1) = 34 \text{ м.}$$

2. Находим пьезометрическую отметку в точке ВК-1.

$$\Pi^{BK-1} = 34 + 85 = 119 \text{ м.}$$

3. Находим пьезометрическую отметку в точке ВК-2.

$$H_{св}^{BK-2} = 119 + 1,9 = 120,9 \text{ м.}$$

4. Находим свободный напор в точке ВК-2.

$$\Pi^{BK-2} = 120,9 - 84,5 = 36,4 \text{ м.}$$

ВАРИАНТЫ ЗАДАЧ ДЛЯ РЕШЕНИЯ

Задача 1. Определить Нсв и пьезометрические отметки узловых точек тупиковой сети. Исходные данные для решения задачи приведены в таблице. Рисунок (см. пример 1).

Исходные данные	Номера вариантов				
	1	2	3	4	5
Этажность застройки	12	14	16	9	12
Потери напора на участках, м:					
h ₁₋₂	0,7	1,0	1,3	0,5	1,1
h ₂₋₃	1,0	1,4	1,7	0,7	1,5
h ₃₋₄	1,3	1,3	1,5	0,9	1,4
h ₄₋₅	0,6	1,1	1,4	1,0	1,2
h ₅₋₆	1,1	0,9	1,2	0,6	0,9
Отметки поверхности земли в узловых точках, м:					
Z ₁	75	52	100	224	137
Z ₂	77,5	54,5	102,6	226,4	139,4
Z ₃	76,7	53,9	101,8	225,6	138,9
Z ₄	79,8	56,8	104,9	228,8	141,8
Z ₅	80,2	57,1	105,3	229,1	142,0
Z ₆	84	59	107	231	144

Задача 2. Возможно ли подключение здания к водопроводной сети? Рисунок к задаче (см. пример 2).

Исходные данные	Номера вариантов				
	1	2	3	4	5
Этажность застройки	12	14	16	9	12
Свободный напор в точке подключения.	38	46	34	27	34

Задача 3. Определить Нсв и пьезометрические отметки в узловых точках 1, 2, 3, 4. Исходные данные для решения задачи приведены в таблице. Рисунок к задаче (см. пример 3).

Исходные данные	Номера вариантов				
	1	2	3	4	5
Этажность застройки в т. 3.	7	6	8	9	12
Этажность застройки в т. 1.	9	10	11	14	15
Потери напора на участках, м:					
h_{1-2}	1,5	0,8	1,3	0,9	1,6
h_{2-3}	1,0	0,3	0,8	1,7	1,2
h_{3-4}	1,2	0,5	1,4	1,9	1,3
Отметки поверхности земли в узловых точках, м:					
Z_1	70	40	45	20	100
Z_2	75	41	50	25	105
Z_3	80	42	55	30	110
Z_4	85	43	60	35	115

Задача 4. Определить Нсв и пьезометрические отметки в узловых точках. Исходные данные для решения задачи приведены в таблице. Рисунок к задаче (см. пример 4).

Исходные данные	Номера вариантов				
	1	2	3	4	5
Этажность застройки	16	12	14	10	8
Потери напора на участках, м:					
h_{1-2}	0,7	1,0	1,2	0,5	1,1
h_{2-3}	0,5	0,8	1,0	0,3	0,9
h_{3-1}	0,6	0,9	1,1	0,4	1,0
Отметки поверхности земли в узловых точках, м:					
Z_1	78	60	95	214	147
Z_2	82	64	115	225,6	151
Z_3	80,3	62,2	105,4	218	149,5

Задача 5. Определить Нсв и пьезометрические отметки в узловых точках. Исходные данные для решения задачи приведены в таблице. Рисунок к задаче (см. пример 5).

Исходные данные	Номера вариантов				
	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
Этажность застройки	9	10	12	13	15
Потери напора на участках, м:					
h_{1-2}	1,7	1,9	1,3	1,1	1,8
h_{2-3}	0,7	0,9	0,2	0,1	0,8
h_{3-4}	1,4	1,6	1,0	0,8	1,5
h_{4-5}	1,5	1,7	1,1	0,9	1,6

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6
h_{5-6}	2,2	2,4	1,8	1,6	2,3
h_{6-1}	0,8	1,0	0,4	0,2	0,9
Отметки поверхности земли в узловых точках, м:					
Z_1	42	105	69	53	20
Z_2	41	100	68	52	15
Z_3	43	110	70	54	25
Z_4	45	120	72	56	35
Z_5	46	125	73	57	40
Z_6	44	115	71	55	30

Задача 6. Определить Нсв и пьезометрические отметки в узловых точках. Исходные данные для решения задачи приведены в таблице. Рисунок к задаче (см. пример 6).

Исходные данные	Номера вариантов				
	1	2	3	4	5
Этажность застройки	5	12	15	16	10
Потери напора на участках, м:					
h_{1-2}	2,0	2,2	1,5	1,1	2,8
h_{2-3}	1,6	1,8	1,1	0,7	2,4
h_{3-4}	2,7	2,9	2,2	1,8	4,5
h_{4-1}	1,8	2,0	1,3	0,9	3,6
Отметки поверхности земли в узловых точках, м:					
Z_1	145	805	29	63	120
Z_2	146,5	85,6	30,7	64,4	125,5
Z_3	148,1	95,2	32,3	66,1	135,2
Z_4	150	105	34	68	145

Задача 7. Определить пьезометрические отметки в узловых точках ВК-1, ВК-2 и свободные напоры. Исходные данные для решения задачи приведены в таблице. Рисунок к задаче (см. пример 7).

Исходные данные	Номера вариантов				
	1	2	3	4	5
Этажность застройки	6	10	9	8	11
Потери напора на участках, м:					
h_{1-2}	2,0	2,1	2,5	1,4	2,3
Отметки поверхности земли в узловых точках, м:					
Z_{BK-1}	154	80	19	63	124
Z_{BK-2}	156	85	19,7	65,4	125,5

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – М.: Стройиздат, 1985.
2. СНиП 2.04.01-85. Внутренний водопровод и канализация зданий. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 56 с.
3. Абрамов Н.Н. Водоснабжение. – М.: Стройиздат, 1982. – 440 с.
4. Тугай А.М., Терновцев В.О., Тугай Я.А. Розрахунок і проектування споруд систем водопостачання. – К.: КНУБА, 2001. – 256 с.
5. Найманов А.Я. и др. Водоснабжение. – Донецк: Норд-пресс, 2004. – 649 с.
6. Тугай А.М., Орлов В.О. Водопостачання: Підручник для вузів. – Рівне: РДТУ, 2001. – 429 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица 1 – Нормы водопотребления для городов и поселков

Характер оборудования санитарно-техническими устройствами								Водопотребление на одного жителя, л/сутки			
								среднесуточное (за год)			
Внутренний водопровод, канализация и централизованное горячее водоснабжение								230 - 350			
Внутренний водопровод, канализация и ванны с газовыми колонками								160 - 230			
Внутренний водопровод и канализация без ванн								125 - 160			
Значения коэффициентов часовой неравномерности											
Кол-во жителей, тыс. чел.	1	1,5	2,5	4	6	10	20	50	100	300	1000 и более
$\beta_{\text{макс.}}$	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1	1,05	1
$\beta_{\text{мин.}}$	0,1	0,1	0,1	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,85	1

Таблица 2

Назначение воды	Измеритель	Расходы воды на поливку, л/м ²
Механизированная мойка усовершенствованных покрытий проездов и площадей	1 мойка	1,2 – 1,5
Механизированная поливка усовершенствованных покрытий проездов и площадей	1 поливка	0,3 – 0,4
Поливка вручную (из шлангов) усовершенствованных покрытий тротуаров и проездов	То же	0,4 – 0,5
Поливка городских зеленных насаждений	«	3 - 4
Поливка газонов и цветников	»	4 - 6

Таблица 3

Группа производственных процессов	Санитарные характеристики	Расчетное число моющихся на одну душевую сетку
I	а) Не вызывающих загрязнения одежды и рук	15
	б) Вызывающие загрязнения одежды и рук	7
II	в) С выделением больших количеств пыли или особо загрязненных веществ	3
	г) С применением воды	5

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Заданием на контрольную работу предусматривается решение задач по вариантам, номера которых указаны в таблице

Номера задач	Номера вариантов																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<i>По I разделу</i>																									
1	1	2	3	4	5	1	3	5	2	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
2	5	1	2	3	4	2	4	1	3	5	3	4	1	2	3	4	5	3	1	2	5	1	5	4	5
3	4	5	1	2	3	3	5	2	4	1	2	3	2	3	5	5	1	4	4	4	1	2	3	5	1
4	3	4	5	1	2	4	1	3	5	2	5	1	3	4	1	1	2	2	5	5	2	3	4	3	4
5	2	3	4	5	1	5	2	4	1	3	1	5	5	1	2	4	2	1	2	3	3	4	3	4	5
6	1	2	3	4	5	1	3	5	2	4	2	3	4	5	4	3	4	5	3	1	4	5	1	1	3
7	5	1	2	3	4	2	4	1	3	5	1	4	5	4	3	4	5	3	1	5	3	2	4	2	2
<i>По II разделу</i>																									
1	5	3	1	4	2	5	3	1	2	3	5	3	1	4	2	5	3	1	4	2	4	5	1	4	2
2	5	5	5	1	5	3	1	3	3	4	4	2	5	4	1	2	3	4	2	4	5	1	2	3	1
3	1	3	1	4	1	5	2	2	4	5	3	1	4	5	2	4	4	5	3	3	1	2	3	2	5
4	4	4	2	5	2	1	3	5	5	1	2	5	3	3	3	5	2	1	4	1	2	3	4	1	4
5	5	3	3	2	2	2	5	1	1	2	1	4	2	4	4	3	1	4	1	5	3	4	5	5	3
6	3	1	4	3	4	4	4	2	2	3	5	3	1	1	5	1	5	3	5	3	4	5	1	4	2
7	2	4	3	1	5	3	5	1	3	4	4	2	5	2	2	5	3	4	4	4	5	1	2	3	1

СОДЕРЖАНИЕ

Общие указания.....	3
РАЗДЕЛ I. Водопотребление города.....	3
1.1. Определение расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды населения города.....	4
1.2. Расход воды на коммунальные нужды города.....	5
1.3. Определение расхода воды для промышленных предприятий.....	6
1.4. Расход воды на пожаротушение.....	8
Примеры решения задач по разделу I.....	9
Варианты задач для решения.....	15
РАЗДЕЛ II. Свободные напоры в водопроводной сети.....	18
Примеры решения задач по разделу II.....	18
Варианты задач для решения.....	23
Список литературы.....	26
ПРИЛОЖЕНИЕ I.....	27
ПРИЛОЖЕНИЕ II.....	28

Методические указания к практическим занятиям по курсу "Водоснабжение"
РАЗДЕЛ I. "Водопотребление города". РАЗДЕЛ II. "Свободные напоры в водопроводной сети" (для студентов дневной, заочной форм обучения, экстернов и иностранных студентов специальностей 6.092100 «Водоснабжение и водоотведение», 6.092100 «Промышленное и гражданское строительство», 6.092100 «Охрана труда в строительстве» 6.092100 «Техническое обслуживание ремонт и реконструкция зданий», 6.092100 «Городское строительство и хозяйство»).

Составители: Станислав Станиславович ДУШКИН,
Галина Ивановна БЛАГОДАРНАЯ

Редактор: Н.З. Алябьев
Корректор: З.И.Зайцева

План 2006, поз. 247

Подп. к печати 7.09.04 г.	Формат 60x84 1/16	Бумага офисная.
Печать на ризографе.	Усл.-печ. лист. 1,7	Учет.-изд. лист. 2,2.
Зак. №	Тираж 200 экз.	Цена договорная.

61002, Харьков, ХНАГХ, ул. Революции, 12

Сектор оперативной полиграфии при ИВЦ ХНАГХ

61002, Харьков, ул. Революции, 12