

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМУ ХОЗЯЙСТВУ  
(РОССТРОЙ)**

**ФГУП «НИИ ВОДГЕО»**

**РЕКОМЕНДАЦИИ**

**ПО РАСЧЕТУ СИСТЕМ СБОРА, ОТВЕДЕНИЯ И ОЧИСТКИ ПОВЕРХНО-  
СТНОГО СТОКА С СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ,  
ПЛОЩАДОК ПРЕДПРИЯТИЙ  
И ОПРЕДЕЛЕНИЮ УСЛОВИЙ ВЫПУСКА  
ЕГО В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ**

**ПРИМЕР РАСЧЁТА**

**КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВЕРХНОСТНОГО  
СТОКА ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ СБОРА, ОЧИСТКИ  
И ОТВЕДЕНИЯ В ВОДНЫЙ ОБЪЕКТ**

**Москва – 2006**

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                 | Стр. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.....                                                                                         | 2    |
| 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК<br>ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА.....                                        | 2    |
| 2.1.Определение среднегодовых объемов поверхностных сточных вод.....                                            | 2    |
| 2.2.Определение расчётных объёмов поверхностных сточных вод<br>при отведении их на очистку.....                 | 3    |
| 2.3.Определение расчетных расходов дождевых и талых вод<br>в коллекторах дождевой канализации.....              | 4    |
| 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ РАСХОДОВ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОЧНЫХ<br>ВОД ПРИ ОТВЕДЕНИИ НА ОЧИСТКУ И В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ..... | 6    |
| 3.1.Определение расчетного расхода поверхностных сточных вод<br>при выпуске в водные объекты.....               | 6    |
| 3.2.Определение расчетного расхода поверхностных сточных вод<br>при отведении на очистку.....                   | 7    |
| 4. МЕТОДЫ РАСЧЁТА СХЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ<br>СТОЧНЫХ ВОД.....                                          | 9    |
| 4.1.Схема регулирования расхода дождевых сточных вод по объёму.....                                             | 9    |
| 4.2.Схема регулирования расхода дождевых сточных вод<br>по расходу и объёму.....                                | 10   |
| 5. ПЕРЕКАЧКА ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА.....                                                                          | 12   |
| 5.1.Перекачка незарегулированного дождевого стока.....                                                          | 12   |
| 5.2.Перекачка очищаемой части зарегулированного по расходу<br>дождевого стока.....                              | 13   |
| 5.3.Перекачка избыточной части зарегулированного по объёму<br>дождевого стока.....                              | 13   |
| 5.4.Перекачка избыточной части зарегулированного по расходу<br>дождевого стока.....                             | 14   |

## **1. Исходные данные**

1. Предприятие – завод по производству лекарственных препаратов расположен в г. Москве.
2. Поверхностный сток отводится с территории водосбора площадью 3,90 га, в том числе:
  - с кровель зданий –1,06 га;
  - с асфальтированных покрытий и дорог – 1,39 га;
  - с газонов –1,45 га.
3. Отведение сточных вод осуществляется в водный объект рыбохозяйственного назначения 2-ой категории.

## **2. Определение количественных характеристик поверхностного стока**

**Определение количественных характеристик** поверхностного стока с территории водосбора заключается в определении:

- среднегодовых и максимальных суточных объемов поверхностного стока (дождевого, талого и поливо-моечного), используемых при расчете нормативов ПДС и аккумулирующих резервуаров;
- расчетных расходов дождевых и талых вод в коллекторах дождевой канализации;
- расчетных расходов поверхностных сточных вод при отведении на очистку и в водные объекты.

### **2.1. Определение среднегодовых объемов поверхностных сточных вод**

**Годовой объем поверхностных сточных вод**, образующихся на территории водосбора, определяется как сумма поверхностного стока за теплый (апрель-октябрь) и холодный (ноябрь-март) периоды года с общей площади водосбора объекта по формуле (4) рекомендаций:

$$W_{\Gamma} = W_{\text{Д}} + W_{\text{Т}} + W_{\text{М}}$$

где  $W_{\text{Д}}$ ,  $W_{\text{Т}}$  и  $W_{\text{М}}$  - среднегодовой объем дождевых, талых и поливо-моечных вод, в м<sup>3</sup>.

**Среднегодовой объем дождевых ( $W_{\text{Д}}$ ) и талых ( $W_{\text{Т}}$ ) вод**, в м<sup>3</sup>, определяется по формулам (5) и (6) п. 5.1.2 рекомендаций:

$$W_{\text{Д}} = 10 \times h_{\text{Д}} \times \Psi_{\text{Д}} \times F = 10 \times 443 \times 0,4684 \times 3,90 = 8092,55 \text{ м}^3/\text{год (или } 38,5 \text{ м}^3/\text{сут)}$$

$$W_{\text{Т}} = 10 \times h_{\text{Т}} \times \Psi_{\text{Т}} \times F = 10 \times 201 \times 0,700 \times 3,90 = 5487,3 \text{ м}^3/\text{год (или } 783,9 \text{ м}^3/\text{сут)}$$

- где  $F$  - расчетная площадь стока, в га;
- $h_{\text{Д}}$  - слой осадков за теплый период года,  $h_{\text{Д}} = 443$  мм (определяется по таблице 2 СНиП 23-01-99 «Строительная климатология»);
- $h_{\text{Т}}$  - слой осадков за холодный период года,  $h_{\text{Т}} = 201$  мм (определяется по таблице 1 СНиП 23-01-99 «Строительная климатология»);
- $\Psi_{\text{Д}}$  и  $\Psi_{\text{Т}}$  - общий коэффициент стока дождевых и талых вод соответственно; определяется как средневзвешенная величина согласно указаниям п.п. 5.1.3 - 5.1.5 рекомендаций.

### **Расчет общего коэффициента стока дождевых вод ( $\Psi_D$ )**

| Вид поверхности или площади водосбора | Площадь, $F_i$ , га | Доля покрытия от общей площади стока, $F_i / F$ | Коэффициент стока, $\Psi_i$ | $F_i \Psi_i / F$ |
|---------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------|------------------|
| Кровли зданий и сооружений            | 1,06                | 0,2718                                          | 0,8                         | 0,2174           |
| Асфальтовые покрытия и дороги         | 1,39                | 0,3564                                          | 0,6                         | 0,2138           |
| Открытые грунтовые площадки           | 0,0                 | 0,00                                            | 0,2                         | 0,0              |
| Зеленые насаждения и газоны           | 1,45                | 0,3718                                          | 0,1                         | 0,0372           |
| $\Sigma F_i = 3,90$                   |                     | $\Sigma = 1,00$                                 | $\Psi_D = 0,4684$           |                  |

**Общий годовой объем поливо-моечных вод ( $W_M$ )**, в  $m^3$ , стекающих с площади водосбора определяется по формуле (7) п. 5.1.6. рекомендаций:

$$W_M = 10 \times m \times k \times F_M \times \Psi_M = 10 \times 1,5 \times 150 \times 0,5 \times 1,39 = 1564 \text{ м}^3/\text{год}$$

где  $m$  - удельный расход воды на 1 мойку дорожных покрытий; при механизированной уборке территории принимается 1,2 - 1,5 л/м<sup>2</sup>, ручной - 0,5 л/м<sup>2</sup>;

$\Psi_M$  - коэффициент стока для поливо-моечных вод; принимается равным 0,5;

$k$  - среднее количество моек в году составляет 100 - 150;

$F_M$  - площадь твердых покрытий, подвергающихся мойке, га.

Тогда средний годовой объем поверхностных сточных вод с территории предприятия составляет:

$$W_T = W_D + W_T + W_M = 8092,6 + 5487,3 + 1564 = 15143,85 \text{ м}^3/\text{год}$$

### **2.2. Определение расчётных объёмов поверхностных сточных вод при отведении их на очистку**

**Объём дождевого стока от расчётного дождя ( $W_{oc}$ )** в  $m^3$ , отводимого на очистные сооружения с территории завода, определяется по формуле (8) п. 5.2.1 рекомендаций:

$$W_{oc} = 10 \times h_a \times F \times \Psi_D, \text{ м}^3$$

где:  $h_a$  - максимальный слой осадков за дождь, в мм, сток от которого подвергается очистке в полном объёме;

$\Psi_D$  - средний коэффициент стока для расчётного дождя,  $\Psi_D = 0,634$  (определяется как средневзвешенная величина по данным табл.11, п. 5.3.8);

$F$  - общая площадь стока,  $F = 3,90$  га.

Так как завод по производству лекарственных препаратов по степени загрязнённости поверхностного стока относится к промпредприятиям первой группы, величина  $h_a$  определяется в соответствии с п. 5.2.2 рекомендаций при помощи соответствующей функции распределения вероятности (ФРВ) суточного слоя жидких осадков для данной местности в период с положительными среднемесячными температурами воздуха и периодом однократного превышения расчётной интенсивности  $P = 0,05 - 0,1$  года.

Для г. Москвы величина  $h_a$  для дождей с периодом однократного превышения  $P = 0,075$  года составляет 6,50 мм (расчет см. Приложение 5 рекомендаций).

Таким образом

$$W_{oc} = 10 \times 6,5 \times 3,90 \times 0,634 = 160,7 \text{ м}^3$$

**Максимальный суточный объём талых вод ( $W_{m.cym}$ )**, отводимых на очистные сооружения предприятия в середине периода снеготаяния, определяется по формуле (10) п. 5.2.6 рекомендаций:

$$W_{m.cym} = 10 \times \Psi_T \times K_y \times F \times h_c = 10 \times 0,7 \times 0,372 \times 3,90 \times 20 = 203,1 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

- где  $\Psi$  - общий коэффициент стока талых вод, принимается 0,7 (см. п.5.1.5);  
 $F$  - общая площадь стока, 3,90 га;  
 $K_y$  - коэффициент, учитывающий частичный вывоз и уборку снега, определяется по формуле  $K_y = 1 - F_y/F = 1 - 2,45/3,9 = 0,372$ ;  
 где  $F_y$  – площадь, очищаемая от снега (включая площадь кровель, оборудованных внутренними водостоками);  
 $h_c$  - слой талых вод за 10 дневных часов, принимается 20 мм (определяются по карте районирования снегового стока Приложения 1).

### **2.3. Определение расчетных расходов дождевых и талых вод в коллекторах дождевой канализации**

#### **2.3.1. Расчетный расход дождевых вод**

**Расходы дождевых вод в коллекторах** дождевой канализации, отводящих сточные воды с территории предприятия, следует определять по методу предельных интенсивностей, согласно указаниям раздела 5.3 рекомендаций:

- при постоянном коэффициенте стока ( $\Psi_{mid}$ ) по формуле (12)

$$Q_r = \Psi_{mid} \times A \times F / t_r^n = 0,634 \times 671,12 \times 3,9 / 10^{0,71} = 323,535 \text{ л/с}$$

- при переменном коэффициенте стока ( $\psi_{mid}$ ) по формуле (20)

$$Q_r = z_{mid} \times A^{1,2} \times F / t_r^{1,2n-0,1} = 0,201 \times 671,12^{1,2} \times 3,9 / 10^{1,2 \times 0,71 - 0,1} = 342,3 \text{ л/с}$$

- где  $z_{mid}$  - среднее значение коэффициента, характеризующего вид поверхности бассейна водосбора (коэффициент покрова); определяется как средневзвешенная величина в зависимости от коэффициентов  $z$  для различных видов поверхностей по таблицам 11 и 12 рекомендаций или по таблицам СНиП 2.04.03-85;
- $\Psi_{mid}$  - средний постоянный коэффициент стока, определяется как средневзвешенная величина в зависимости от значения  $\Psi$  для различных видов поверхности по таблице 11 рекомендаций или по СНиП 2.04.03-85;
- $q$  - расчетная интенсивность дождя для данной местности продолжительностью 20 мин при  $P=1$  год;  $q=80$  л/с с 1 га - определяется по данным Приложения 2 к рекомендациям или по рис.1 СНиП 2.04.03-85;
- $A$  и  $n$  - параметры, характеризующие интенсивность и продолжительность дождя для конкретной местности определяются по п. 5.3.2 рекомендаций или по 2.12 СНиП 2.04.03-85;
- $F$  - расчетная площадь стока (водосбора), 3,90га;
- $t_r$  - расчетная продолжительность дождя, равная продолжительности протекания поверхностных вод по поверхности и трубам до расчетного участка, определяется согласно по п. 5.3.5 рекомендаций или п. 2.15 СНиП 2.04.03-85.

$$A = q_{20} \times 20^n \times (1 + \lg P / \lg m_r)^{\gamma} = 8 \times 20^{0,71} \times (1 + \lg 1,0 / \lg 150)^{1,54} = 671,15$$

- где  $q_{20}$  - интенсивность дождя для данной местности продолжительностью 20 мин при  $P=1$  год;  $q_{20} = 80$  л/с с га принимается по чертежу Приложения 2 рекомендаций или СНиП;
- $n$  - показатель степени,  $n=0,71$  по таблице Приложения 3 рекомендаций;
- $m_r$  - среднее количество дождей за год,  $m_r = 150$  - по таблице Приложения 3 рекомендаций или СНиП;
- $P$  - период однократного превышения расчетной интенсивности дождя, в годах, принимаемый равным 1,0 года по таблице 8 п. 5.3.3 рекомендаций или СНиП;
- $\gamma$  - показатель степени, принимается равным 1,54 по таблице Приложения 3 рекомендаций или СНиП.

Определение средневзвешенного значения постоянного коэффициента стока ( $\Psi_{mid}$ )

| Поверхность бассейна стока           | Площадь, F, га | Доля покрытия от общей площади стока, а | Постоянный коэффициент стока, $\Psi_i$ | $a \times \Psi_i$    |
|--------------------------------------|----------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------|
| Кровли зданий и асфальтовые покрытия | 2,45           | 0,628                                   | 0,95                                   | 0,5966               |
| Открытые грунтовые площадки          | 0              | 0                                       | 0,2                                    | 0                    |
| Зеленые насаждения и газоны          | 1,45           | 0,372                                   | 0,1                                    | 0,0372               |
| Итого                                | 3,90           | 1,00                                    | -                                      | $\Psi_{mid} = 0,634$ |

Определение средневзвешенного значения коэффициента покрытия ( $Z_{mid}$ )

| Поверхность бассейна стока           | Площадь, F, га | Доля покрытия от общей площади стока, а | Коэффициент покрытия, $Z_i$ | $a \times Z_i$    |
|--------------------------------------|----------------|-----------------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| Кровли зданий и асфальтовые покрытия | 2,45           | 0,628                                   | 0,297                       | 0,1865            |
| Открытые грунтовые площадки          | 0              | 0                                       | 0,064                       | 0                 |
| Зеленые насаждения и газоны          | 1,45           | 0,372                                   | 0,038                       | 0,014             |
| Итого:                               | 3,90           | 1,00                                    | -                           | $Z_{mid} = 0,201$ |

**Расчетная продолжительность протекания дождевых вод** по поверхности и трубам  $t_r$  определяется по формуле (15) п. 5.3.5 рекомендаций или по СНиП 2.04.03-85:

$$t_r = t_{con} + t_{can} + t_p = 3 + 0 + 7 = 10 \text{ мин.}$$

- где  $t_{con}$  - продолжительность протекания дождевых вод до уличного лотка (время поверхностной концентрации), принимается 3 мин;
- $t_{can}$  - продолжительность протекания дождевых вод по уличным лоткам до дождеприемника, в данном случае принимается равной 0;
- $t_p$  - продолжительность протекания дождевых вод по трубам до рассматриваемого сечения, определяется по формуле (17) рекомендаций:

$$t_p = 0.017 \times \Sigma l_p / v_p = 0,017 \times \Sigma (68/0,7 + 133/1,0 + 277/1,5) = 7,0 \text{ мин.}$$

- где  $l_p$  - длина расчетных участков дождевой сети, в м;
- $v_p$  - расчетная скорость течения на участках, принимается на основании

гидравлического расчета сети.

Подставив все полученные значения в формулы для определения расчетного расхода дождевых вод  $Q_r$  получим, что в первом случае, при расчете по формуле (12) при постоянном коэффициенте стока, расход составит 323,5 л/с, во втором при расчете с переменным коэффициентом стока по формуле (20) – 342,3 л/с.

Из данного примера следует, что расхождение в расходах дождевых вод в коллекторах дождевой канализации, рассчитанных при постоянных и переменных коэффициентах стока, составляет не более 5,5%. Поэтому для упрощения расчетов, когда площадь водонепроницаемых поверхностей объекта составляет более 30-40% от общей площади водосборного бассейна (в данном примере 63%), можно пользоваться формулой (12) рекомендаций.

**Расчетный расход дождевых вод** для гидравлического расчета дождевых сетей следует определять по формуле (13) п. 5.3.1 рекомендаций:

$$Q_{cal} = \beta \times Q_r = 0,65 \times 342,3 = 222,5 \text{ л/с}$$

где  $\beta$  - коэффициент, учитывающий заполнение свободной емкости сети в момент возникновения напорного режима, определяется по таблице 6 рекомендаций.

### 2.3.2. Расчетный расход талых вод

**Расчетный расход талых вод** в момент наибольшей интенсивности снеготаяния (в 2 часа дня в период весеннего снеготаяния), определяется по формуле (21) рекомендаций:

$$Q_{т.макс} = 5,5 \times \Psi_T \times K_y \times F \times h_c / (10 + T_m) = 5,5 \times 0,7 \times 0,372 \times 3,90 \times 20 / (10 + 0,17) = 10,9 \text{ л/с}$$

где:

- $10$  - продолжительность процесса интенсивного снеготаяния в течение суток, час;
- $T_m$  - продолжительность стекания талой воды от геометрического центра до расчетного створа, ч.

## 3. Определение расчетных расходов поверхностных сточных вод при отведении на очистку и в водные объекты

### 3.1. Определение расчетного расхода поверхностных сточных вод при выпуске в водные объекты

**Расчетный расход поверхностных сточных вод** ( $Q_{СТ}$ ), в м<sup>3</sup>/с, необходимый для определения кратности разбавления ( $n$ ) при выпуске их в водный объект, принимается равным максимальному зарегулированному расходу сточных вод после очистных сооружений ( $Q_{СТ} = Q_{Оч}$ ), а при отсутствии регулирования определяется по формуле (22) рекомендаций:

$$Q_{СТ} = 2,8 \times 10^{-3} h_{см} \times F \times \Psi_{mid} / (T_d + t_r) = \\ = 2,8 \times 10^{-3} \times 27,3 \times 3,9 \times 0,634 / (6 + 0,25) = 0,0302 \text{ м}^3/\text{с} \text{ или } 108,9 \text{ м}^3/\text{ч}$$

где:

- $h_{см}$  - среднесуточный максимум осадков за теплый период года,  $h_{см} = 27,3$  мм; принимается равным суточному слою атмосферных осадков  $H_p$  с периодом однократного превышения расчетной интенсивности  $P=1$  год согласно п. 5.4.1 рекомендаций (расчет см. Приложение 6);
- $\Psi_{mid}$  - коэффициент стока для расчетного дождя,  $\Psi_{mid} = 0,634$ ; определяется как средневзвешенная величина по данным табл. 11 п. 5.3.8 рекомендаций (расчет см. выше)
- $T_d$  - средняя продолжительность дождя в данной местности, для Москвы  $T_d = 6$  ч; принимается по таблице Приложения 4;
- $t_r$  - время добегающего стока от крайней точки водосборного бассейна до места выпуска в водный объект, 0,25 ч.

### 3.2. Определение расчетного расхода поверхностных сточных вод при отведении на очистку

Определение расчетных расходов дождевого стока с территории промышленных предприятий при отведении на очистку ( $Q_{оч}$ ) с использованием схем регулирования поверхностных сточных вод выполняется согласно указаниям раздела 7.4 рекомендаций.

**3.2.1. Расчетный расход дождевых вод**  $Q_{оч}$ , направляемых на очистку при регулировании по схемам 1-3 (**производительность очистных сооружений при очистке дождевого стока**), определяется по формуле (29) рекомендаций:

$$Q_{оч} = (W_{оч} + W_{mn}) / [3,6 \times (T_{оч} - T_{отст} - T_{mn})], \text{ л/с,}$$

где:

- |            |   |                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $Q_{оч}$   | – | производительность сооружений глубокой очистки поверхностных сточных вод, л/с;                                                                                                                                                    |
| $W_{оч}$ , | – | объем дождевого стока от расчетного дождя, отводимого на очистные сооружения с селитебных территорий городов и предприятий, м <sup>3</sup> ;                                                                                      |
| $W_{mn}$   | – | суммарный объем загрязнённых вод, образующихся от операций обслуживания технологического оборудования очистных сооружений в течение нормативного периода переработки объема дождевого стока от расчетного дождя, м <sup>3</sup> ; |
| $T_{оч}$   | – | нормативный период переработки объема дождевого стока от расчетного дождя, отводимого на очистные сооружения с селитебных территорий городов и предприятий, ч;                                                                    |
| $T_{отст}$ | – | минимальная продолжительность отстаивания поверхностных сточных вод в аккумулирующем резервуаре, ч;                                                                                                                               |
| $T_{mn}$   | – | суммарная продолжительность технологических перерывов в работе очистных сооружений в течение нормативного периода переработки объема дождевого стока от расчетного дождя, ч.                                                      |

Загрязнённые воды, образующиеся от операций обслуживания технологического оборудования очистных сооружений, представляют собой, главным образом, стоки от промывки механических фильтров (а также периодической промывки адсорбционных фильтров с фильтрующей загрузкой из гранулированной активированного угля). Их суммарный объем  $W_{mn}$  для стандартных зернистых загрузок, продолжительности фильтроцикла и параметрах промывки составляет, как правило, не более 10 -12% от объема очищенного стока.

Технологические перерывы в работе очистных сооружений также связаны, главным образом, с проведением штатных операций промывки зернистых и адсорбционных фильтров, а их суммарная продолжительность  $T_{mn}$  в стандартных условиях составляет 3 - 4% от суммарной продолжительности непрерывной работы очистных сооружений.

Величина  $T_{оч}$  в соответствии с п. 7.4.1 принимается равной 72 ч, то есть трем суткам.

Величина  $T_{отст}$  в зависимости от режима работы аккумулирующего резервуара.

При использовании аккумулирующего резервуара только в качестве буферной ёмкости для регулирования расхода сточных вод величина  $T_{отст}$  принимается в пределах 0,05 - 0,1 ч. Этот период времени от начала поступления стоков в резервуар необходим для его минимального заполнения из условия устойчивой работы откачивающих насосов.

При дополнительном использовании аккумулирующего резервуара в качестве сооружения для предварительной механической очистки сточных вод величина  $T_{отст}$  принимается в пределах 2-4 ч, исходя из величины гидравлической крупности частиц, выделяемых в аккумулирующем резервуаре, и гидравлической глубины резервуара при его максимальном расчетном заполнении.

Таким образом, производительность очистных сооружений при очистке дождевого стока составляет:

– в режиме работы аккумулирующего резервуара только в качестве буферной ёмкости (АР):

$$Q_{oc} = (160,7 + 10 \times 160,7/100) / [3,6 \times (72 - 0,1 - 3 \times 72/100)] = 0,704 \text{ л/с}$$

– в режиме одновременной работы аккумулирующего резервуара в качестве буферной ёмкости и сооружения для предварительного отстаивания сточных вод (АРО):

$$Q_{oc} = (160,7 + 10 \times 160,7/100) / [3,6 \times (72 - 3 - 3 \times 72/100)] = 0,735 \text{ л/с}$$

**3.2.2. Расчетный расход талых вод**  $Q_{oc}$ , направляемых на очистку (**производительность очистных сооружений при очистке талого стока**), определяется по формуле (30) рекомендаций:

$$Q_{oc}^m = (W_m^{max. \text{сут.}} + W_{mn}) / [3,6 \times (T_{oc}^m - T_{отст} - T_{mn})], \text{ л/с}$$

где:

|                        |   |                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $Q_{oc}^T$             | – | максимальная производительность очистных сооружений при очистке талых вод, л/с;                                                                                                                            |
| $W_T^{max \text{сут}}$ | – | максимальный суточный объём талых вод в середине периода снеготаяния, м <sup>3</sup> ;                                                                                                                     |
| $W_{mn}$               | – | суммарный объём загрязнённых вод, образующихся от операций обслуживания технологического оборудования очистных сооружений в течение нормативного периода переработки объёма талого стока, м <sup>3</sup> ; |
| $T_{oc}^m$             | – | нормативный период переработки объёма талого стока, отводимого на очистные сооружения с селитебных территорий и предприятий, ч;                                                                            |
| $T_{отст}$             | – | минимальная продолжительность отстаивания поверхностных сточных вод в аккумулирующем резервуаре, ч;                                                                                                        |
| $T_{mn}$               | – | суммарная продолжительность технологических перерывов в работе очистных сооружений в течение нормативного периода переработки объёма талого стока, ч.                                                      |

Величина  $T_{oc}^m$  в соответствии с п. 7.4.2. принимается не менее 14 ч, что соответствует суммарной продолжительности периода в течение суток с отсутствием поступления талого стока (вечерние, ночные и утренние часы суток). Однако, учитывая, что расход талого стока, поступающего в аккумулирующий резервуар в период максимальной интенсивности снеготаяния, как правило, в 10 - 20 раз меньше максимального расхода от расчётного дождя, работа очистных сооружений может быть начата с момента поступления первых порций талого стока в аккумулирующий резервуар и продолжаться вплоть до момента опорожнения резервуара перед поступлением в него новых порций талого стока на следующие за расчётным периодом сутки. Таким образом, величина  $T_{oc}^m$  в данном случае может быть принята равной 24 ч.

Величина  $T_{отст}$  при этом определяется как период времени от начала поступления стоков в резервуар, необходимый для его минимального заполнения из условия устойчивой работы насосов, подающих стоки на очистные сооружения. Степень минимального заполнения аккумулирующего резервуара и величина  $T_{отст}$  зависит от конструктивных особенностей резервуара, однако для предварительных расчётов может быть принята равной 1 ч.

Таким образом, производительность очистных сооружений при очистке талого стока составляет:

$$Q_{oc}^m = (203,1 + 10 \times 203,1/100) / [3,6 \times (24 - 1 - 3 \times 24/100)] = 2,616 \text{ л/с.}$$

В соответствии с указаниями п. 7.4.3 рекомендаций к проектированию принимается наибольшая из производительностей очистных сооружений, т.е.  $Q_{oc}^m = 2,616 \text{ л/с}$ .

## 4. Методы расчёта схем регулирования поверхностного стока

### 4.1. Схема регулирования расхода дождевых сточных вод по объёму (первая схема регулирования)

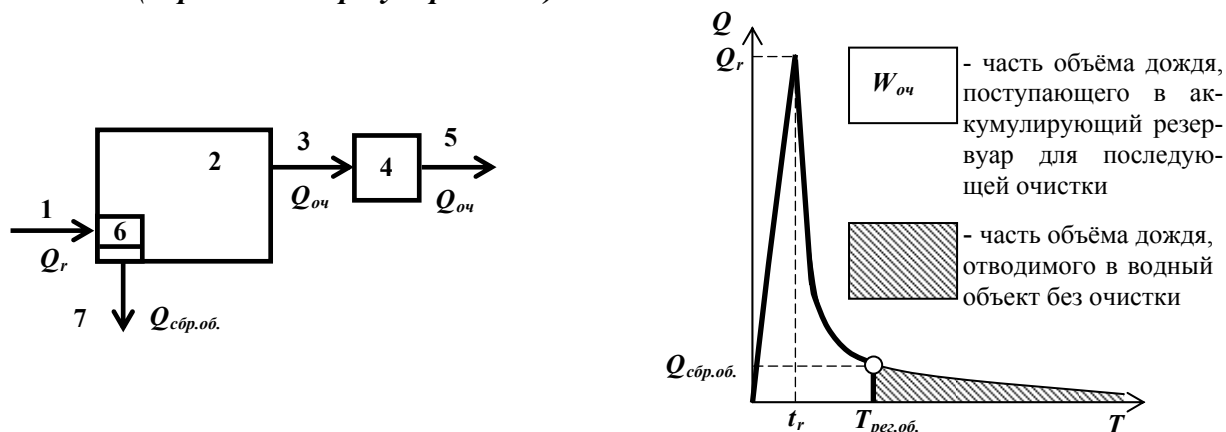


Рис. 1. Схема 1 регулирования дождевого стока перед очистными сооружениями и схематический расчётный гидрограф дождевого стока.

- 1 – самотечный коллектор дождевой канализации
- 2 – аккумулирующий (регулирующий) резервуар
- 3 – трубопровод отведения стока на сооружения глубокой очистки
- 4 – сооружения глубокой очистки
- 5 – трубопровод отведения очищенного стока в водный объект или систему производственного водоснабжения
- 6 – камера разделения стока по объёму
- 7 – сброс избыточного поверхностного стока в водный объект

**Максимальный расход дождевых стоков**  $Q_{сбр.об.}$ , отводимых в водный объект без очистки, рассчитывается по формулам (1), (2), (3) Приложения 7 рекомендаций:

$$Q_{сбр.об.} = Q_r \times [(T_{рег.об.}/t_r)^{1-n} - (T_{рег.об.}/t_r - 1)^{1-n}], \text{ л/с},$$

где:

- $Q_{сбр.об.}$  – максимальный избыточный расход стока от расчётного дождя, зарегулированного по объёму и отводимого в водный объект, минуя очистные сооружения, л/с
- $Q_r$  – максимальный расчётный расход дождевых вод в коллекторе дождевой канализации в расчётном участке, л/с
- $T_{рег.об.}$  – момент времени начала перелива избыточного объёма дождевого стока от расчётного дождя из разделительной камеры аккумулирующего резервуара, мин.
- $t_r$  – расчетная продолжительность дождя, равная продолжительности протекания поверхностных вод по поверхности и трубам до расчетного участка, мин.
- $n$  – параметр, характеризующий интенсивность и продолжительность дождя для конкретной местности

Момент времени  $T_{рег.об.}$ , при котором начинается перелив избыточного объёма дождевого стока из разделительной камеры 6, определяется подбором значения  $T_{рег.об.}$ , при котором объём дождевых стоков, поступивших в аккумулирующий резервуар, равен объёму очищаемых стоков от расчётного дождя  $W_{оч.}$ :

$$0,06 \times Q_r \times t_r \times [(T_{рег.об.}/t_r)^{2-n} - (T_{рег.об.}/t_r - 1)^{2-n}] / (2 - n) = W_{оч.} =$$

$$= 0,06 \times 342,3 \times 10 \times [(T_{рег.об.}/10)^{2-0,71} - (T_{рег.об.}/10 - 1)^{2-0,71}] / (2 - 0,71) = 203,1 \text{ м}^3$$

В результате подбора установлено  $T_{\text{рег.об}} = 14,94$  мин. Подставляя указанное значение, вычисляем  $Q_{\text{сбр.об}}$ :

$$Q_{\text{сбр.об}} = 342,3 \times [(14,94/10)^{1-0,71} - (14,94/10 - 1)^{1-0,71}] = 105,6 \text{ л/с}$$

#### 4.2. Схема регулирования расхода дождевых сточных вод по расходу и объёму. (вторая схема регулирования)

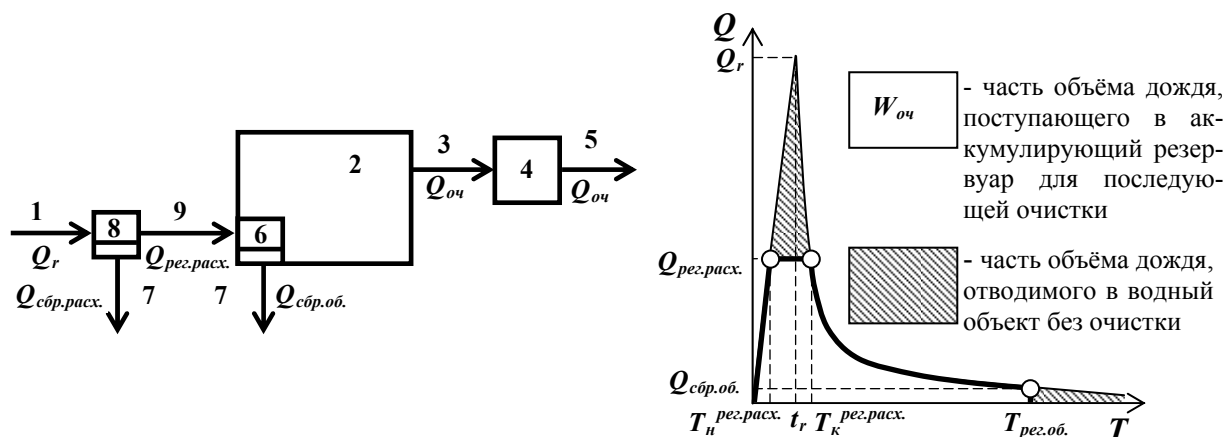


Рис. 2. Принципиальная схема разделения дождевого стока перед очистными сооружениями и схематические расчётные гидрографы дождевого стока.

- 1 – самотечный коллектор дождевой канализации
- 2 – аккумулирующий (регулирующий) резервуар
- 3 – трубопровод отведения стока на сооружения глубокой очистки
- 4 – сооружения глубокой очистки
- 5 – трубопровод отведения очищенного стока в водный объект или систему производственного водоснабжения
- 6 – камера разделения стока по объёму
- 7 – сброс избыточного поверхностного стока в водный объект
- 8 – камера разделения стока по расходу
- 9 – коллектор зарегулированного стока.

**Максимальный расход дождевых стоков**  $Q_{\text{рег.расх.}}$ , прошедших разделительную камеру 8 (регулирование стока по расходу) и направляемых в аккумулирующий резервуар для последующей очистки, рассчитывается по формулам раздела 5.3 рекомендаций, принимая величину периода однократного превышения расчётной интенсивности дождя  $P$  равной 0,075 (средняя величина из рекомендуемого диапазона 0,05-0,1):

$$Q_{\text{рег.расх.}} = z_{\text{mid}} \times [q_{20} \times 20^n \times (1 + \lg P / \lg m_r)^n]^{1,2} \times F / t_r^{1,2 \times n - 0,1} = 0,201 \times [80 \times 20^{0,59} \times (1 + \lg 0,075 / \lg 150)^{1,54}]^{1,2} \times 3,9 / 10^{1,2 \times 0,59 - 0,1} = 80,6 \text{ л/с}$$

где:

$Q_{\text{рег.расх.}}$  – максимальный расход стока от расчётного дождя, зарегулированного по расходу и направляемого самотёком непосредственно в аккумулирующий резервуар или в насосную станцию с последующей перекачкой в аккумулирующий резервуар, л/с.

**Максимальный расход дождевых стоков**  $Q_{\text{сбр.расх.}}$ , отводимых в водный объект без очистки из разделительной камеры 8 (регулирование стока по расходу), рассчитывается по формуле (4) Приложения 7 рекомендаций.

$$Q_{\text{сбр.расх.}} = Q_r - Q_{\text{рег.расх.}} = 342,3 - 80,6 = 261,7 \text{ л/с}$$

где:

$Q_{\text{сбр.расх.}}$  – максимальный избыточный расход стока от расчётного дождя, зарегулированного по расходу и отводимого в водный объект, минуя очистные сооружения, л/с.

**Максимальный расход дождевых стоков**  $Q_{сбр.об.}$ , отводимых в водный объект без очистки из разделительной камеры 6 (дополнительное регулирование стока по объёму), рассчитывается по формуле (1) Приложения 7 рекомендаций:

$$Q_{сбр.об.} = Q_r \times [(T_{рег.об.}/t_r)^{1-n} - (T_{рег.об.}/t_r - 1)^{1-n}], \text{ л/с.}$$

Момент времени  $T_{рег.об.}$ , при котором начинается перелив избыточного объёма дождевого стока из разделительной камеры 6, определяется как момент времени, при котором объём дождевых стоков, поступивших в аккумулирующий резервуар из разделительной камеры 8, равен объёму очищаемых стоков от расчётного дождя  $W_{оч.}$  и рассчитывается по формуле (5) Приложения 7 рекомендаций:

$$\begin{aligned} & [0,06 \times Q_r \times t_r / (2 - n)] \times [(T_{рег.об.}/t_r)^{2-n} - (T_{рег.об.}/t_r - 1)^{2-n} - (T_{к.рег.расх.}/t_r)^{2-n} + \\ & + (T_{н.рег.расх.}/t_r)^{2-n} + (T_{к.рег.расх.}/t_r - 1)^{2-n} + (Q_{рег.расх.}/Q_r) \times (T_{к.рег.расх.}/t_r - T_{н.рег.расх.}/t_r) \times (2 - n)] = W_{оч.} = \\ & = [0,06 \times 342,3 \times 10 / (2 - 0,71)] \times [(T_{рег.об.}/10)^{2-0,71} - (T_{рег.об.}/10 - 1)^{2-0,71} - (T_{к.рег.расх.}/10)^{2-0,71} + \\ & + (T_{н.рег.расх.}/10)^{2-0,71} + (T_{к.рег.расх.}/10 - 1)^{2-0,71} + (80,6/342,3) \times (T_{к.рег.расх.}/10 - T_{н.рег.расх.}/10) \times \\ & \times (2 - 0,71)] = 203,1 \text{ м}^3 \end{aligned}$$

где:

- $T_{н.рег.расх.}$  — момент времени, соответствующий началу сброса избыточного расхода дождевого стока от расчётного дождя из разделительной камеры при регулировании по расходу, мин.
- $T_{к.рег.расх.}$  — момент времени, соответствующий окончанию сброса избыточного расхода дождевого стока от расчётного дождя из разделительной камеры при регулировании по расходу, мин.

Величина  $T_{н.рег.расх.}$  рассчитывается по формуле (6) Приложения 7 рекомендаций:

$$T_{н.рег.расх.} = t_r \times (Q_{рег.расх.} / Q_r)^{1/(1-n)} = 10 \times (80,6/342,3)^{1/(1-0,71)} = 0,07 \text{ мин.}$$

Величина  $T_{к.рег.расх.}$  рассчитывается подбором по формуле (7) Приложения 7 рекомендаций:

$$\begin{aligned} Q_{рег.расх.} &= Q_r \times [(T_{к.рег.расх.}/t_r)^{1-n} - (T_{к.рег.расх.}/t_r - 1)^{1-n}] = \\ &= 342,3 \times [(T_{к.рег.расх.}/10)^{1-0,71} - (T_{к.рег.расх.}/10 - 1)^{1-0,71}] \end{aligned}$$

В результате подбора установлено  $T_{к.рег.расх.} = 18,9 \text{ мин.}$  Подставляя указанное значение, а также значение  $T_{н.рег.расх.} = 0,07 \text{ мин.}$  в формулу (5), вычисляем подбором  $T_{рег.об.} = 60,03 \text{ мин.}$

Подставляя указанное значение  $T_{рег.об.}$  в формулу (1), вычисляем  $Q_{сбр.об.}$ :

$$Q_{сбр.об.} = 342,3 \times [(60,03/10)^{1-0,71} - (60,03/10 - 1)^{1-0,71}] = 29,6 \text{ л/с.}$$

## 5. Перекачка поверхностного стока

### 5.1. Перекачка незарегулированного дождевого стока

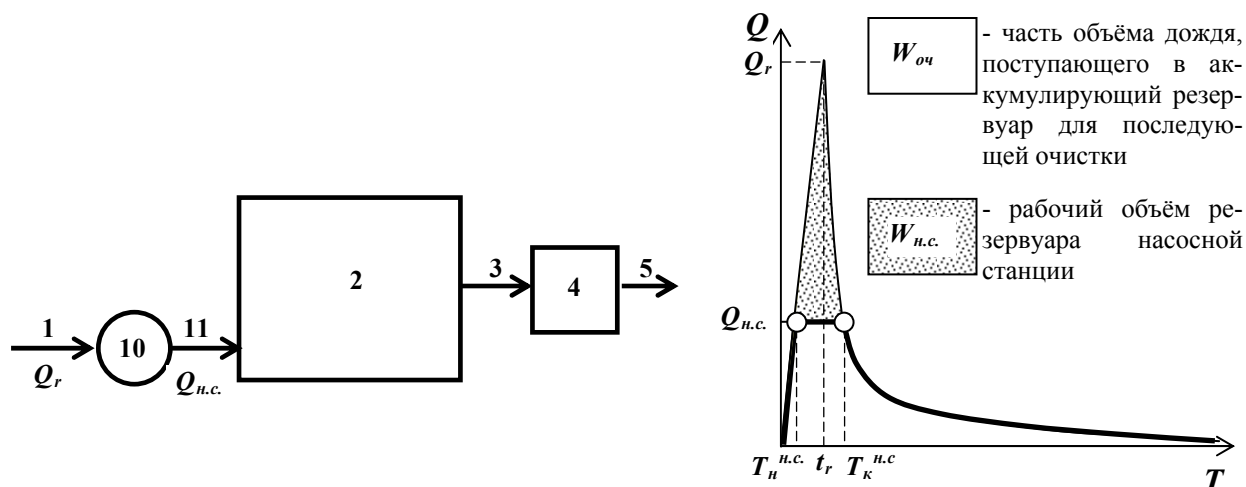


Рис. 3. Схема 1 перекачки полного объема незарегулированного дождевого стока.

10 – насосная станция

11 – напорный трубопровод перекачки стока в аккумулирующий резервуар.

Рабочий объем резервуара насосной станции  $W_{н.с.}$  при выбранной максимальной производительности насосов в насосной станции  $Q_{н.с.}$  (см. рис. 3) рассчитывается подбором по формуле (1) Приложения 8 рекомендаций:

$$W_{н.с.} = 0,06 \times Q_r \times t_r \times [(T_k^{н.с.}/t_r)^{2-n} - (T_n^{н.с.}/t_r)^{2-n} - (T_k^{н.с.}/t_r - 1)^{2-n} - (Q_{н.с.}/Q_r) \times (T_k^{н.с.}/t_r - T_n^{н.с.}/t_r) \times (2-n)] / (2-n), \text{ м}^3$$

где:

- $W_{н.с.}$  – рабочий объем резервуара насосной станции,  $\text{м}^3$ ;
- $Q_{н.с.}$  – максимальная производительности насосов в насосной станции, л/с;
- $T_n^{н.с.}$  – момент времени, при котором расход дождевого стока, поступающего в насосную станцию, начинает превышать её максимальную производительность, мин;
- $T_k^{н.с.}$  – момент времени, при котором расход дождевого стока, поступающего в насосную станцию, перестаёт превышать её максимальную производительность, мин.

Примем для примера величину максимальной производительности насосов насосной станции  $Q_{н.с.} = 100 \text{ л/с}$ .

Величина  $T_n^{н.с.}$  рассчитывается по формуле (2) Приложения 8 рекомендаций:

$$T_n^{н.с.} = t_r \times (Q_{н.с.}/Q_r)^{1/(1-n)} = 10 \times (100/342,3)^{1/(1-0,71)} = 0,14 \text{ мин.}$$

Величина  $T_k^{н.с.}$  рассчитывается подбором по формуле (3) Приложения 8 рекомендаций:

$$Q_{н.с.} = 342,3 \times [(T_k^{н.с.}/10)^{1-0,71} - (T_k^{н.с.}/10 - 1)^{1-0,71}]$$

В результате подбора установлено  $T_k^{н.с.} = 15,61 \text{ мин}$ . Подставляя указанное значение, а также значение  $T_n^{н.с.} = 0,14 \text{ мин}$ . в формулу (1) вычисляем:

$$W_{н.с.} = 0,06 \times 342,3 \times 10 \times [(15,61/10)^{2-0,71} - (0,14/10)^{2-0,71} - (15,61/10 - 1)^{2-0,71} - (100/342,3) \times (15,61/10 - 0,14/10) \times (2-0,71)] / (2-0,71) = 113,8 \text{ м}^3$$

Аналогичный расчёт с другими значениями производительности  $Q_{н.с.}$ :

|                         |       |      |      |      |      |      |
|-------------------------|-------|------|------|------|------|------|
| $Q_{н.с.}, \text{ л/с}$ | 110   | 120  | 130  | 140  | 150  | 200  |
| $W_{н.с.}, \text{ м}^3$ | 104,9 | 96,6 | 88,9 | 81,6 | 74,7 | 44,4 |

## 5.2. Перекачка очищаемой части зарегулированного по расходу дождевого стока. (вторая схема регулирования)

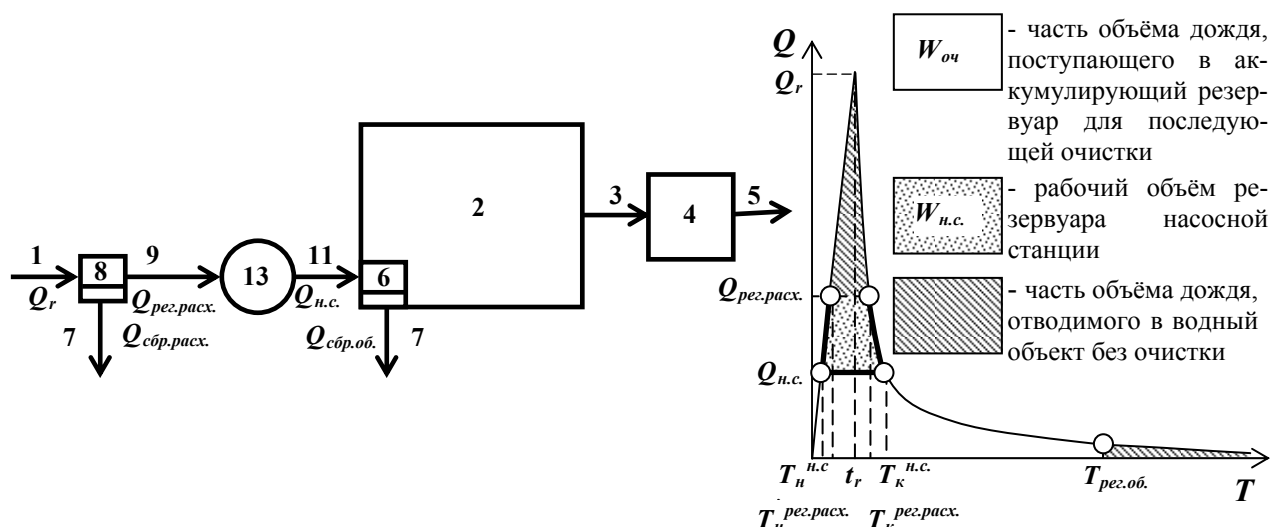


Рис. 4. Схема 3 перекачки очищаемой части зарегулированного по расходу дождевого стока.

13 — насосная станция.

Рабочий объем резервуара насосной станции  $W_{н.с.}$  при максимальной производительности насосов в насосной станции  $Q_{н.с.}$  (см. рис. 4) рассчитывается по формуле (4) Приложения 8 рекомендаций:

$$W_{н.с.} = 0,06 \times Q_r \times t_r \times [(T_{к.н.с.}/t_r)^{2-n} - (T_{н.с.}/t_r)^{2-n} - (T_{к.н.с.}/t_r - 1)^{2-n} - \\ - (Q_{н.с.}/Q_r) \times (T_{к.н.с.}/t_r - T_{н.с.}/t_r) \times (2-n) - \\ - (T_{к.рег.расх.}/t_r)^{2-n} + (T_{н.рег.расх.}/t_r)^{2-n} + (T_{к.рег.расх.}/t_r - 1)^{2-n} + \\ + (Q_{рег.расх.}/Q_r) \times (T_{к.рег.расх.}/t_r - T_{н.рег.расх.}/t_r) \times (2-n)] / (2-n), \text{ м}^3$$

Значения  $T_{н.с.}$ ,  $T_{к.н.с.}$  определяются по формулам (2), (3) Приложения 8 рекомендаций, а  $T_{н.рег.расх.}$ ,  $T_{к.рег.расх.}$  — соответственно, по формулам (6), (7) Приложения 7 рекомендаций.

Ранее вычисленная величина  $T_{н.рег.расх.} = 0,07 \text{ мин.}$ , а величина  $T_{к.рег.расх.} = 18,9 \text{ мин.}$

Примем для примера величину максимальной производительности насосов насосной станции  $Q_{н.с.} = 40 \text{ л/с.}$

Тогда:

$$T_{н.с.} = t_r \times (Q_{н.с.}/Q_r)^{1/(1-n)} = 10 \times (40/342,3)^{1/(1-0,71)} = 0,006 \text{ мин.}$$

Величина  $T_{к.н.с.}$ , рассчитанная подбором по формуле (3) Приложения 8 рекомендаций, составила  $T_{к.н.с.} = 41,17 \text{ мин.}$  Подставляя указанное значение, а также значение  $T_{н.с.} = 0,006 \text{ мин.}$  в формулу (4), вычисляем:

$$W_{н.с.} = 0,06 \times 342,3 \times 10 \times [(41,17/10)^{2-0,71} - (0,006/10)^{2-0,71} - (41,17/10 - 1)^{2-0,71} - \\ - (40/342,3) \times (41,17/10 - 0,006/10) \times (2-0,71) - \\ - (18,9/10)^{2-0,71} + (0,07/10)^{2-0,71} + (18,9/10 - 1)^{2-0,71} + \\ + (80,6/342,3) \times (18,9/10 - 0,07/10) \times (2-0,71)] / (2-0,71) = 65,6 \text{ м}^3$$

## 5.3. Перекачка избыточной части зарегулированного по объёму дождевого стока. (первая схема регулирования)

Рабочий объем резервуара насосной станции  $W_{н.с.}$  при максимальной производительности насосов в насосной станции  $Q_{н.с.}$  (см. рис. 5) рассчитывается по формуле (5) Приложения 8 рекомендаций:

$$W_{н.с.} = 0,06 \times Q_r \times t_r \times [(T_{к.н.с.}/t_r)^{2-n} - (T_{к.н.с.}/t_r - 1)^{2-n}] / (2-n) - W_{оч} - 0,06 \times Q_{н.с.} \times (T_{к.н.с.} - T_{рег.об.}), \text{ м}^3$$

Значение момента времени  $T_{рег.об}$ , при котором избыточный сток начинает поступать из аккумулирующего резервуара в приёмный резервуар насосной станции, определяется по формуле (3) Приложения 7, а момент времени  $T_{к}^{н.с.}$  – по формуле (3) Приложения 8 рекомендаций.

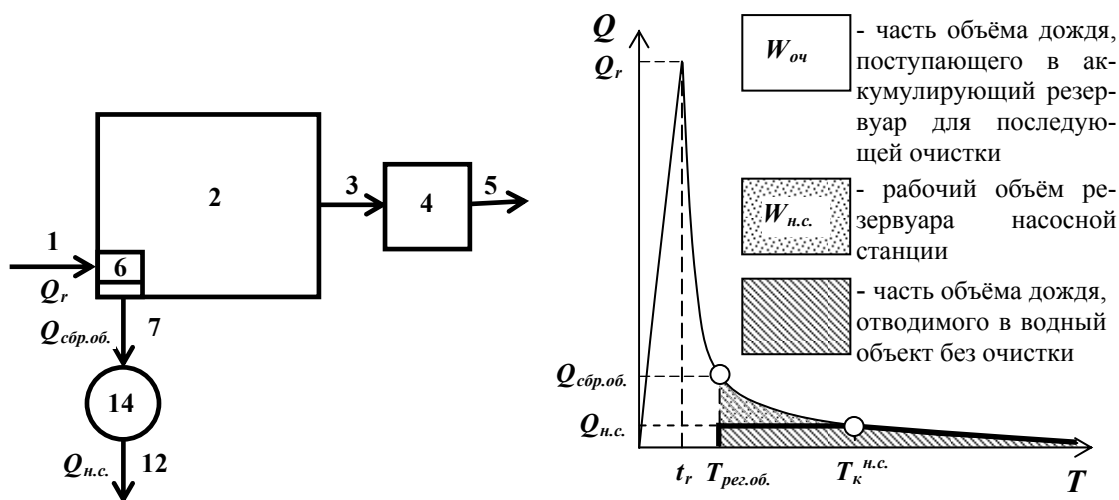


Рис. 5. Схема 4 перекачки избыточной части зарегулированного по объёму дождевого стока.  
14 – насосная станция.

Ранее вычисленная величина  $T_{рег.об} = 14,94$  мин.

Примем для примера величину максимальной производительности насосов насосной станции  $Q_{нс} = 15$  л/с. При этом величина  $T_{к}^{н.с.}$ , рассчитанная подбором по формуле (3) Приложения 8 рекомендаций, составила 41,2 мин.

Подставляя указанные значения, вычисляем  $W_{нс}$ :

$$W_{нс} = 0,06 \times 342,3 \times 10 \times [41,2/10)^{2-0,71} - (41,2/10 - 1)^{2-0,71}] / (2-0,71) - 203,1 - 0,06 \times 15 \times (41,2 - 14,94) = 31,9 \text{ м}^3$$

#### 5.4. Перекачка избыточной части зарегулированного по расходу дождевого стока. (вторая схема регулирования)

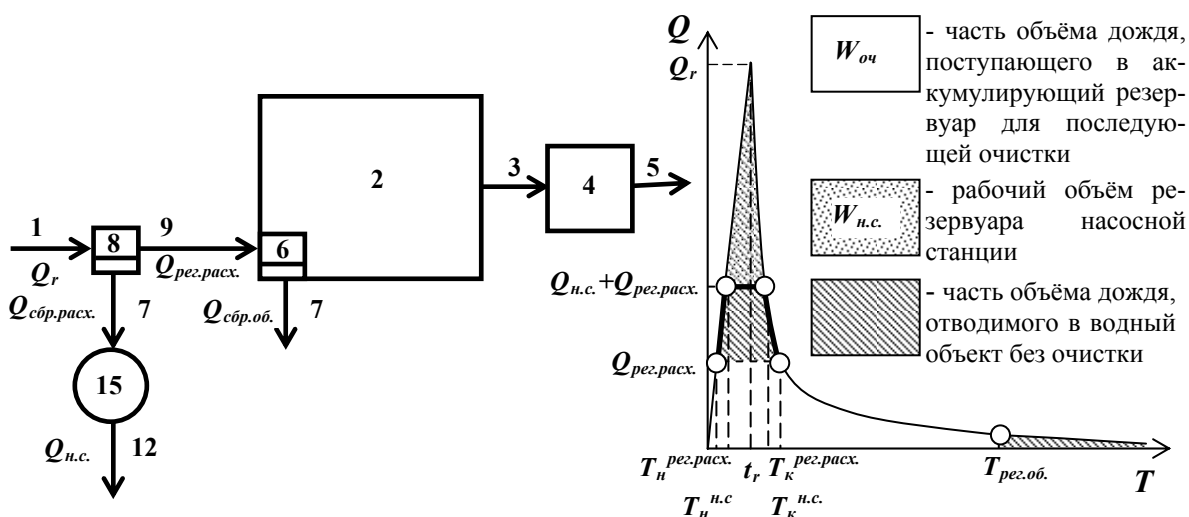


Рис. 6. Схема 5 перекачки избыточной части зарегулированного по расходу дождевого стока.  
15 – насосная станция.

Рабочий объём резервуара насосной станции  $W_{нс}$  при максимальной производительности насосов в насосной станции  $Q_{нс}$  (см. рис. 6) рассчитывается по формуле (6) Приложения 8 рекомендаций:

$$W_{nc} = 0,06 \times Q_r \times t_r \times \{ (T_{\kappa}^{nc}/t_r)^{2-n} - (T_n^{nc}/t_r)^{2-n} - (T_{\kappa}^{nc}/t_r - 1)^{2-n} - \\ - [(Q_{nc} + Q_{рег.расх})/Q_r] \times (T_{\kappa}^{nc}/t_r - T_n^{nc}/t_r) \times (2-n) \} / (2-n), \text{ м}^3$$

Примем для примера величину максимальной производительности насосов насосной станции  $Q_{nc} = 60 \text{ л/с}$ .

Значение  $T_n^{nc}$  определяется по формуле (7) Приложения 8 рекомендаций:

$$T_n^{nc} = t_r \times [(Q_{nc} + Q_{рег.расх})/Q_r]^{2-n} = 10 \times [(60 + 80,6)/342,3]^{1/(1-0,71)} = 0,47 \text{ мин.}$$

Значение  $T_{\kappa}^{nc}$  определяется подбором по формуле (8) Приложения 8 рекомендаций:

$$Q_{nc} = Q_r \times [(T_{\kappa}^{nc}/t_r)^{1-n} - (T_n^{nc}/t_r - 1)^{1-n}] - Q_{рег.расх} = \\ 342,3 \times [(T_{\kappa}^{nc}/10)^{1-0,71} - (0,47/10 - 1)^{1-0,71}] - 80,6$$

В результате подбора установлено  $T_{\kappa}^{nc} = 12,67 \text{ мин.}$

Подставляя указанные значения  $T_n^{nc}$  и  $T_{\kappa}^{nc}$ , вычисляем  $W_{nc}$ :

$$W_{nc} = 0,06 \times 342,3 \times 10 \times \{ (12,67/10)^{2-0,71} - (0,47/10)^{2-0,71} - (12,67/10 - 1)^{2-0,71} - \\ - [(60 + 80,6)/342,3] \times (12,67/10 - 0,47/10) \times (2 - 0,71) \} / (2 - 0,71) = 81,1 \text{ м}^3$$

---

**По аналогичным зависимостям и расчётным формулам производятся расчёты количественных характеристик поверхностных сточных вод для других климатических районов, периодов однократного превышения расчётной интенсивности (слоя) дождя и снеготаяния.**