

Salvinia natans – это редкий водный папоротник, который произрастает в старицах реки Мухавец. Наблюдения за этим видом в природных условиях (р-н Суворовского моста) позволило выделить шесть вариантов окраски надводных листьев: бледно-зеленую, голубо-зеленую, ярко-зеленую, темно-зеленую, коричнево-зеленую, коричневую. Изучение изменчивости окраски листьев в онтогенезе в природной среде и лабораторных условиях показало, что для молодых особей характерна голубо-зеленая окраска, а для старых, завершающих онтогенез – коричневая. Половозрелые особи имеют четыре варианта окраски надводных листьев: голубо-зеленую, желто-зеленую, ярко-зеленую и темно-зеленую. Изменчивы и такие параметры сальвинии, как длина и ширина надводных листьев, количество мутовок на главном побеге и количество боковых побегов первого порядка. Сравнение лабораторных выборок в контроле (содержание в отстоянной водопроводной воде) и эксперименте (содержание сальвинии в отстоянной водопроводной воде с добавлением фенола 5мг/л) показало, что в контроле преобладали особи с желто-зеленой окраской листьев, а в эксперименте наблюдались особи с листьями всех четырех окрасок, характерных для половозрелых форм, а также отмечены особи с коричнево-зеленой и коричневой окраской надводных листьев. Количество мутовок и количество боковых побегов меньше в эксперименте, чем в контроле. Вероятно, наличие особей с коричневой окраской листьев и уменьшенным числом мутовок боковых побегов являются показателями наличия загрязнителя в воде.

Анализ данных по всем трем изученным видам гидробионтов показывает, что выбранные нами виды для оценки качества воды являются маркерами качества воды в водоемах, а степень нарушений стабильности развития, как показателя уровня гомеостаза, может отражать степень загрязнения водного источника.

Список использованных источников

1. Жукова, Т.И. Некоторые реакции популяций озёрной лягушки на пестицидное загрязнение водоёмов / Т.И. Жукова, Б.С. Кубанцев, Т.Л. Бурлаченко // Сб. науч. трудов «Антропогенное воздействие на популяции животных». – Волг оград. Волгоградский пед. Институт, 1986. – 143 с.

УДК 628.15

УЧЕТ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ УЧАСТКОВ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ ПРИ НАЗНАЧЕНИИ ДИАМЕТРОВ ТРУБ

Козицин Т.В.

Учреждение образования «Полоцкий государственный университет», г. Новополоцк, РБ, kozitsint@yandex.ru

In the article the possibility of using method of marginal costs for determining the diameters of the water mains sections is analyzed. The appropriate calculations are given. A method of optimization of the water mains is offered.

Одним из самых простых, но в то же время и одним из самых приближенных методов расчета систем распределения воды является метод подбора диаметров труб по предельным расходам. Предельные расходы определяют на основании более точных методов расчета для независимо работающих трубопроводов. На практике при применении данного метода удобно пользоваться таблицами для гидравлического расчета Ф.А. Шевелева, где приведены соответствующие данные.

Суть метода предельных расходов заключается в следующем. Если принять тот или иной стандарт на трубы, то для каждого из имеющегося диаметров в сортаменте можно найти такой расход, при котором данный диаметр станет экономически равноценным следующему диаметру. При сравнении двух конкурентных вариантов с экономической точки зрения более выгодным считается вариант, обладающий минимумом дисконтируемых затрат на строительство и эксплуатацию в течение расчетного срока эксплуатации.

При экономическом сравнении двух независимых трубопроводов дисконтированные затраты на единицу длины при одноставочном тарифе на электроэнергию выразятся уравнением:

$$ДЗ = K (1 + E)^{-1} + R \sum_{i=1}^{T-1} (1 + E)^{-i} + \frac{q \Delta h_{np}}{102 \cdot \eta} \cdot 24 \cdot 365 \cdot \gamma \cdot \sigma \cdot \sum_{i=1}^{T-1} (1 + E)^{-i}, \quad (1)$$

где K – сметная стоимость строительства единицы длины трубопровода диаметром d , руб./м; R – сумма годовых отчислений на ремонт и эксплуатацию, доли единицы; T – расчетный срок эксплуатации, годы, E – коэффициент дисконтирования; Δh_{np} – потери напора, м; q – расход по трубопроводу, л/с; η – КПД насосных агрегатов, доли ед.; γ – коэффициент неравномерности расходования электроэнергии; σ – стоимость энергии, руб./кВт·ч.

Из определения предельных расходов, используя формулу (1), получаем следующее выражение для двух смежных диаметров i и $i+1$:

$$q = \frac{(K_{i+1} - K_i) \left(1 + E + R \sum_{i=1}^{T-1} (1 + E)^{-i} \right) 102 \cdot \eta}{(\Delta h_{np}^i - \Delta h_{np}^{i+1}) \cdot 24 \cdot 365 \cdot \gamma \cdot \sigma \cdot \sum_{i=1}^{T-1} (1 + E)^{-i}}. \quad (2)$$

Продолжительность расчетного срока эксплуатации для сравнения конкурентных вариантов была принята 25 лет, $\gamma = 0.7$, $\eta = 0.7$. При выполнении расчетов было сделано допущение, что затраты на земляные и прочие работы для смежных диаметров равны, и поэтому они не учитывались. В расчет включены только рыночная стоимость трубы и налог на добавочную стоимость в размере 18%, а прочие затраты, зависящие от диаметра трубопровода, учтены в размере 10% от стоимости трубы. Результаты расчета сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Предельные расходы для независимых работающих трубопроводов из труб ПЭ-63 (ПНД 273-79) ГОСТ 18599-2001 при $\gamma = 0.7$ и $\eta = 0.7$

Наружный диаметр, мм	Внутренний диаметр, мм	Цена 1мп трубы, руб.	Предельный экономический расход, л/с
110	97,4	8661	7,57
125	110,8	11147	10,4
140	124	14048	13,8
160	141,8	18275	18,8
180	159,6	23082	25,1
200	177,2	28676	32,4
225	199,4	36219	42,8
250	221,6	44755	55,5
280	248,2	55944	74,0
315	279,2	70862	97,7
355	314,8	89510	133
400	354,6	113960	176
450	399	144211	231
500	443,4	177778	302
560	496,6	222533	403
630	558,6	282206	—

Несмотря на то, что метод предельных расходов справедлив только для независимо работающих трубопроводов, его также применяют и для определения диаметров участков водопроводных сетей и трубопроводов с попутными отборами. Разберем, в чем состоит принципиальная разница между этими объектами.

Диаметры участков распределительных сетей определяются на основании минимума дисконтированных затрат на строительство и эксплуатацию. Эксплуатационные расходы при экономическом сравнении возможных вариантов зависят от затрат энергии насосной станцией на преодоление сил трения при движении воды по трубам.

В случае независимо работающего трубопровода затраты энергии насосной станцией на преодоление сил трения зависят только от величины транспортируемого расхода и от потерь напора по участку:

$$N_{\text{тр}} = \frac{q \cdot \Delta h_{\text{тр}}}{102 \cdot \eta} \quad (3)$$

где $N_{\text{тр}}$ – затраты энергии насосной станцией на преодоление сил трения, кВт*час; q – расход по трубопроводу, л/с; $\Delta h_{\text{тр}}$ – потери напора на трубопроводе, м; η – коэффициент полезного действия насосной станции, доли единицы.

Рассмотрим работу трубопровода с попутными отборами (рисунок 1). Затраты энергии насосной станции на преодоление сил трения в этом случае зависят от подачи насосной станции и от суммы потерь напора на каждом участке:

$$N_{\text{тр}} = \frac{Q_{\text{нс}} \cdot \sum \Delta h_{\text{тр}}}{102 \cdot \eta} = \frac{Q_{\text{нс}} \cdot (\Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta h_3 + \Delta h_4)}{102 \cdot \eta} = \frac{Q_{\text{нс}} \cdot \Delta h_1}{102 \cdot \eta} + \frac{Q_{\text{нс}} \cdot \Delta h_2}{102 \cdot \eta} + \frac{Q_{\text{нс}} \cdot \Delta h_3}{102 \cdot \eta} + \frac{Q_{\text{нс}} \cdot \Delta h_4}{102 \cdot \eta} \quad (4)$$

где $Q_{\text{нс}}$ – расход, подаваемый насосной станцией, л/с; $\sum \Delta h_{\text{тр}} = \Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta h_3 + \Delta h_4$ – сумма потерь напора на каждом участке, м.

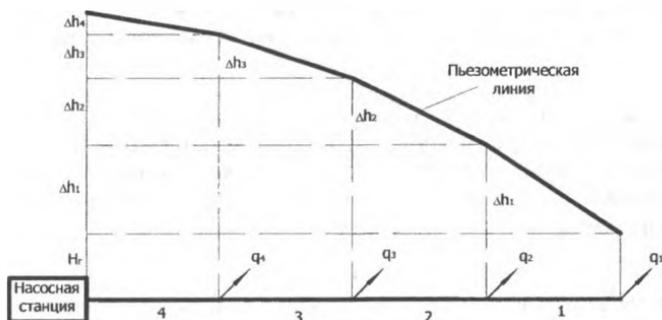


Рисунок 1 – Схема работы трубопровода с попутными отборами

В последнем выражении затраты энергии на преодоление сил трения представлены в виде суммы затрат энергии по всем участкам трубопровода. Из выражения (4) видно, что затраты энергии, связанные с эксплуатацией какого-либо участка трубопровода с попутными отборами, зависят от подачи насосной станции. Такие участки трубопровода называются зависимо работающими.

Из сравнения формул (3) и (4) видно, что затраты энергии на преодоление сил трения при эксплуатации i -того участка трубопровода с попутными отборами всегда больше в Q_{nc}/q_i раз, чем при эксплуатации независимо работающего трубопровода с тем же транспортируемым расходом и с теми же потерями напора.

Для водопроводных сетей необходимо так же дополнительно учитывать параллельность работы участков. Затраты энергии для водопроводной сети можно выразить следующей зависимостью:

$$N_{mp} = \frac{Q_{nc} \cdot \sum (x_i \cdot \Delta h_i)}{102 \cdot \eta} = \frac{Q_{nc} \cdot (\Delta h_1 + \Delta h_2 + \dots + \Delta h_n)}{102 \cdot \eta} \quad (5)$$

$$= \frac{Q_{nc} \cdot x_1 \cdot \Delta h_1}{102 \cdot \eta} + \frac{Q_{nc} \cdot x_2 \cdot \Delta h_2}{102 \cdot \eta} + \dots + \frac{Q_{nc} \cdot x_n \cdot \Delta h_n}{102 \cdot \eta}$$

где x_i – фиктивный расход, который учитывает долю потерь напора i -того участка в общих потерях напора водопроводной сети.

Таким образом, затраты энергии на преодоление сил трения при эксплуатации i -того участка водопроводной сети всегда больше в $\frac{Q_{nc} \cdot x_i}{q_i}$ раз, чем при эксплуатации независимо работающего трубопровода с тем же транспортируемым расходом и с теми же потерями напора.

Поскольку затраты энергии различны, то будут различными и расчетные диаметры. Поэтому метод предельных расходов для трубопровода с попутными и участков водопроводной сети будет давать неточный результат.

Для проверки данного утверждения был выполнен расчет трубопровода с попутными отборами. Согласно рассчитанным в таблице предельным расходам, были назначены диаметры участков сети. Далее была поставлена задача снижения затрат на строительство без увеличения эксплуатационных расходов.

Для каждого участка трубопровода было рассчитано, как изменятся величина потерь напора и стоимость трубопровода при увеличении диаметров на один сортмент. Имея такие данные, мы можем оценить, во сколько увеличатся капитальные затраты за счет уменьшения потерь напора на 1м на каждом участке по формуле:

$$j = \frac{K_{i+1} - K_i}{\Delta h_{i,оп} - \Delta h_{i-1,оп}} \quad (6)$$

Далее для каждого участка трубопровода было рассчитано, как изменятся величина потерь напора и стоимость трубопровода при уменьшении диаметров на один сортмент. Имея такие данные, мы можем оценить, сколько мы сэкономим капитальных затрат за счет увеличения потерь напора на 1м на каждом участке по формуле:

$$z = \frac{K_i - K_{i+1}}{\Delta h_{i,оп} - \Delta h_{i-1,оп}} \quad (7)$$

Анализируя полученные данные, можно увидеть, что увеличение диаметра на последнем участке связано с увеличением капитальных затрат на 0,7 млн. руб. на 1м уменьшения потерь напора. В то же время на первом участке уменьшение диаметра трубопровода приведет к уменьшению капитальных затрат на 11,8 млн. руб. на 1м увеличения потерь напора. Таким образом, увеличение диаметра трубопровода на десятом участке и уменьшение диаметров на первом участке приведут в целом к снижению капитальных затрат с 900,9 до 854,3 млн. руб., причем при снижении общих потерь напора (с 70,3м до 69,7м).

Действуя подобным образом, можно снизить для рассмотренного трубопровода капитальные затраты с 900,8 до 789,4 млн. руб., при сохранении исходных суммарных потерь напора.

Таким образом, неучет взаимного влияния в работе участков трубопровода и назначение диаметров труб по предельным расходам привели в рассматриваемом варианте как минимум к завышению капитальных затрат на $\frac{900,8 - 789,4}{900,8} \cdot 100 = 12,4\%$. Примерно такие же результаты были получены при расчете водопроводной сети.

УДК 628.29

ОБОСНОВАНИЕ ОБЪЕМОВ, НАПРАВЛЯЕМЫХ НА ОЧИСТКУ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОЧНЫХ ВОД С ТЕРРИТОРИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Колобаев А. Н. , Новикова О. К.***

* Учреждение образования «Белорусский национальный технический университет», г. Минск, РБ, aleftin@list.ru

** Учреждение образования «Белорусский государственный технический университет транспорта», г. Гомель, РБ, olanov2007@mail.ru

The article the recommendations of division of surface sewage and account of volume of submitted for treatment on the basis of developed "criterion of relative stabilization of quality of the surface sewage" has been given. After achievement of this criterion (as a critical layer of rain) the quality rain sewage is essentially reduced, and they can be disposal, passing sewage treatment plants. By accounts is established, that for various platforms of the agricultural machine building enterprises to clearing is exposed from 64 up to 72 % from volume of surface sewage for one year. The received results can be used as at designing and maintaining of sewage treatment plants, and for an estimation of anthropogenesis influence on natural water objects.

Для выбора рациональной схемы отведения дождевых сточных вод и определения расчетной производительности очистных сооружений немаловажным фактором является динамика смываемых загрязнений по ходу дождя. Авторами выдвинута гипотеза, что при снижении концентраций загрязняющих веществ по ходу дождя существует «точка перелома» или определенный предел, после которого концентрации загрязняющих веществ в дождевом стоке принимают сравнительно небольшие и устойчивые значения, сопоставимые с концентрациями загрязняющих веществ в выпадающих осадках. Критерием «относительной стабилизации качества дождевого стока» может служить объем поверхностного стока, достаточного для смыва основного количества загрязняющих веществ с единицы водосбора, или «критический слой активно используемых ат-