

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/339252505>

ОГРАНИЧЕНИЯ НА ОПТИМИЗИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ УЧАСТКОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РЕЗЕРВУАРОВ И НАПОРНОЙ СЕТИ

Article · February 2020

CITATIONS

0

READS

42

3 authors, including:



[Olga Ashirova](#)

Tashkent Institute of Irrigation and Melioration

7 PUBLICATIONS 2 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Abdulkhakim Salokhiddinov](#)

Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers

19 PUBLICATIONS 68 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Assessment of the impact of climate change on water resources potential and development of adaptation measures in the conditions of Uzbekistan [View project](#)



Assessment of the impact of climate change on water resources potential and development of adaptation measures in the conditions of Uzbekistan [View project](#)

IRRIGATSIYA va MELIORATSIYA

№1(7). 2017



Муассис:

Тошкент ирригация ва
мелиорация институти (ТИМИ)

Манзилимиз: 100000,
Тошкент ш.,
Қори-Ниёзий, 39. ТИМИ

Бош муҳаррир:

Султонов Тохиржон
Закирович

Илмий муҳаррир:

Салоҳиддинов
Абдулҳаким
Темирхўжаевич

Таҳрир ҳайъати:

проф. М.Ҳамидов;
қ.х.ф.н. Ш.Ҳамраев;
т.ф.н. Х.Ишанов;
проф. Ў.Умурзаков;
проф. М. Бакиев;
проф. О.Рамазонов;
акад. Қ.Мирзаёнов
т.ф.д. Б.Мирзаев
проф. Ш.Рахимов;
проф. О.Арифжанов;
проф. О.Гловацкий;
проф. Р.Икрамов;
проф. Б.Сериқбаев;
проф. А.Чертовичский;
проф. А.Султонов;
проф. З.Исмаилова.
т.ф.д. И.Махмудов
қ.х.ф.д. С.Исаев
А.Сулаймонов

E-mail: i_m_jurnal@tiim.uz
internet: www.tiim.uz

«Irrigatsiya va Melioratsiya»
журнали илмий-амалий,
аграр-иқтисодий соҳага
ихтисослашган. Журнал
Ўзбекистон Матбуот ва
ахборот агентлигида
2015 йил 4 мартда
0845-рақам билан
руйхатга олинган

Муҳаррир:

С.С.Ходжаев.

Дизайнер:

М.П.Ташханова;
С.С.Таджиев.

Обуна индекси: 1285

ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ

- А.С. Пулатов, Ж.В. Герц
**Сравнение методов классификации космических снимков
ландсат на примере АВП «Соф оқ олтин»**.....5
- М.Х. Хамидов, Ф.У. Жураев
Устройство и принцип работы дренажно- кротового орудия.....9
- Н.Қ. Раджабов
**Дзанинг ўрта толали “Андижон-36”, “С-6541” навларини
парваришладда сув ва ўғит меъёрларининг ҳосилдорлигига
таъсири**.....13
- А.Т. Салоҳиддинов, А.Г. Савицкий, О.А. Аширова
**Ограничения на оптимизируемые параметры систем
водоснабжения для участков взаимодействия резервуаров
и напорной сети**.....16
- Б.Ш. Исмаилхўжаев, М.Н. Абдуқодирова, Д. Юлчиев
**Маиший-коммунал оқова сувларини микроскопик сув ўтлари
ёрдамида тозалашни ўрганиш
(Тошкент шаҳар Салар станцияси мисолида)**.....19
- Г.Т. Джалилова
**Информационно-аналитические системы при агрохимическом
мониторинге состояния почв**.....22

ГИДРОТЕХНИКА ИНШОТЛАРИ ВА НАСОС СТАНЦИЯЛАР

- М.Р. Бакиев, Х.Ж. Ҳайитов, Ў.А. Каххаров
**Влияние частичного освоения междамбного пойменного
пространства на плановые размеры потока в области сжатия**...25
- М. Мамажонов, Б.М. Шакиров, А.М. Мамажонов
**Результаты исследований режима работы центробежных и
осевых насосов**.....28
- А.М. Арифжанов, А.М. Фатхуллаев
**Турбулентное движение взвесенесущего потока в
открытых руслах**.....32
- В.Г. Zayniddinov
**Yassi zatvorlarni avtomatik boshqaruvida matematik modelning
obyektga adekvatligi (mosligi) ni tekshirish**.....35
- А. Абирова, У.А. Садикова Л.Ф. Узакбаева
**Исследование гидравлических сопротивлений фильтра и
выбор некоторых параметров водоприемной части скважин
вертикального дренажа**.....40
- И.Ж. Худоев, А.Р. Муратов, Г.Ф. Расулова, Ж.У. Абдуллаев
**Насос станциялари босимли қувурлари лойиҳа
параметрларини тиклаш замонавий технологияси**.....45
- И.Х. Сиддиқов, Д.Б. Ядгарова
**Нейронечеткая стабилизация технологических параметров
насосных агрегатов**.....49

ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ ИШЛАРИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ

- А.Д. Рахматов, С.Ш. Ойматова
**Тож разряд электр майдони кўрсаткичларини экспериментал
ўрганиш усуллари**.....53

УДК: 628.144

ОГРАНИЧЕНИЯ НА ОПТИМИЗИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ УЧАСТКОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РЕЗЕРВУАРОВ И НАПОРНОЙ СЕТИ

А.Т.Салохиддинов - д.т.н., профессор

А.Г.Савицкий - к.т.н., Узмелиоводхоз (UZGIP)

О.А.Аширова - ассистент

Ташкентский институт ирригации и мелиорации

Аннотация

Мақолада сув таъминоти тизими кўрсаткичларини оптималлаштириш масалалари бўйича тадқиқот натижалари келтирилган. Тадқиқот натижалари амалий ҳисоблар учун сув таъминоти тизимининг оптималлаштирилган кўрсаткичларини чегараларини аниқлаш имкониятини яратди. Сув таъминоти тизими оптималлаштирувчи кўрсаткичларини чегаралари босимли тизим ва резервуарни ўзаро боғланган бўлаклар учун аниқланган. Ушбу мақоладаги аниқланган чегаралар сув таъминоти тизимини асосий оптималлаштириш масалаларини ечиш барқарорлигини ошириш ва уни ечимини топиш жараёнини тезлаштириш имкониятини яратди.

Abstract

The results of studies for optimization problems of parameters in the water system. The research results allowed to define restrictions on the parameters of the water supply systems optimized for practical calculations. Restrictions for optimized parameters have been defined for the site of interaction of the pressure tank and the network. Certain limitations in this article are allowed to increase the stability of the solution of the basic optimization problem and speed up the process of solving it.

Аннотация

В статье приведены результаты исследований задач оптимизации параметров в системе водоснабжения. Результаты исследований позволили определить ограничения на оптимизируемые параметры систем водоснабжения для практических расчетов. Ограничения для оптимизируемых параметров были определены для участка взаимодействия резервуара и напорной сети. Определенные в данной статье ограничения позволили увеличить устойчивость решения основной оптимизационной задачи и ускорить сам процесс ее решения.

Введение. В Республике Узбекистан уделяется огромное внимание совершенствованию управления водными ресурсами и системами водопользования и водопотребления. Устойчивое социально-экономическое развитие невозможно без устойчивого водоснабжения.

Нарастающие объемы водопотребления и ухудшение качества водных ресурсов под влиянием природных и антропогенных факторов-мировая проблема, отягощённая дефицитом воды, Республика Узбекистан не исключение. При этом с укрупнением населенных пунктов к уже существующим водопроводным сетям подключаются новые участки. На практике это иногда приводит к существенному ухудшению работы ранее приемлемо работавших систем водоснабжения [1].

Как показывают результаты анализа, одним из основных причин такого состояния является то, что методы расчета водоводов, которые применяются в подобных условиях, недостаточно развиты и не позволяют определять оптимальные параметры сетей, отвечающих требованиям, либо их оптимальной реконструкции под новые режимы работ. В настоящее время на эксплуатацию инженерных сетей наиболее ощутимое влияние оказывает внутренний износ существующих сетей и сооружений, коммуникаций и оборудования, ограничения связанные с условиями доступности водных ресурсов, а также неопределенность режима водопотребления. Авторами статьи разработана система поиска: оптимальных параметров сетей водоснабжения при проектировании и поиска варианта оптимальной реконструкции существующих сетей водоснабжения [2,3], и появилась возможность улучшить

вычислительные возможности данной системы, именно ей посвящена данная статья.

Объект, проблема и методы исследования. Объектом исследования выбран блок “резервуар-подводящий трубопровод”. Проблема, подлежащая решению заключается в определении ограничений для оптимизационной задачи, при которых возможности резервуаров используются почти в полном объеме. Методом исследования является математическое моделирование гидравлических явлений.

При численных расчетах дифференциальных уравнений исследователи сталкиваются с ограничениями на расчетные шаги по взаимному соотношению шагов по пространству и времени. При нарушении данных ограничений решения начинают осциллировать со все возрастающей амплитудой и процесс расчетов в ручную или на вычислительных средствах останавливается. От данной проблемы не оказалась свободна и оптимизационная система расчета водоводов разработанная ранее авторами данной статьи [2]. Без ввода ограничений на гидравлическое сопротивление водоводов соединяющих резервуары с остальной системой расчет оказывался невозможным. Система при поиске оптимальных параметров сети и поиск оптимальных параметров во всем диапазоне гидравлических сопротивлений (от нуля до бесконечности) попадала в зону численных осцилляций и выйти из этой зоны с наличием хоть какого-то решения уже не могла. Заданное произвольно и гарантированно достаточное сопротивление трубопровода у резервуаров снижало уверенность в том что система определила именно оптимальные харак-

теристики водоводной системы для резервуаров. Для того чтобы обоснованно определить нижнее сопротивление системы водоводов соединяющих резервуары с остальной системой решим задачу об опорожнении/наполнении резервуара и проанализируем полученное решение в увязке с приемлемым расчетным шагом по времени.

Решение задачи о взаимодействии резервуара и напорной сети. Исходные уравнения возьмем из математической модели построенной и решенной авторами для поиска оптимальных параметров в системах водоснабжения [1,2].

Уравнение баланса воды в резервуарах. Уравнение водного баланса для резервуара (в случае одной подводящей трубы):

$$\frac{\partial W}{\partial t} = Q_{in} + Q_{out} - Q_{loss} \quad (1)$$

$$H_r = f(W) \quad (2)$$

Уравнение потока воды через подводящую систему труб:

$$Q_{in} + Q_{out} = \psi(H_s - H_r) \quad (3)$$

Граничные условия

$$H_s = \theta(t) \quad (4)$$

$$H|_{t=0} = H_0 \quad (5)$$

Где: W - объем воды в резервуаре (m^3),

t - время (с),

$\frac{\partial W}{\partial t}$ - производная по времени от объема воды в резервуаре (m^3/c),

Q_{in}, Q_{out} - расход притока в резервуар, расход оттока из резервуара (m^3/c),

H_r - уровень воды в резервуаре (м),

H_s - давление воды на входе в подводящую к резервуару трубу (м),

$Q_{in} + Q_{out} = \psi(H_s - H_r)$ - функция, связывающая разность напора воды в системе и уровня воды в резервуаре с расходом воды в подводящей трубе ($m^3/c \Leftrightarrow \psi(m)$),

$H_r = f(W)$ - функция зависимости уровня воды в резервуаре от объема воды в резервуаре ($m \Leftrightarrow f(m^3)$),

$H_s = \theta(t)$ - заданный хронологический ход давления воды в системе (м),

$H|_{t=0} = H_0$ - заданное начальное положение уровня воды в резервуаре (м).

При построении данной модели было принято допущение об отсутствии инерционных сил при движении воды в подводящем к резервуару трубопроводе.

Несмотря на то, что функция ψ связывающая перепад напоров с расходом воды в подводящем трубопроводе является достаточно сложной эмпирической функцией (кроме того используются разные версии данной функции разными авторами), главная ее особенность заключается в том, что при нулевом перепаде напоров обеспечивается нулевой расход воды и функция является возрастающей относительно переменной – перепад напоров $-(H_s - H_r)$. Это означает что она может быть линеаризована, то есть при небольшом изменении напоров в системе сложная функция ψ в (3) может быть аппроксимирована линейным функционалом –

$$Q_{in} + Q_{out} = A \cdot (H_s - H_r) \quad (6)$$

Данная аппроксимация введена лишь для того чтобы оценить свойства возможных получаемых решений, потому что аналитическое решение модели при использовании подробной и сложной функции ψ невозможно.

Итак, предположим, что резервуар образован цилиндрической поверхностью с неизменной по высоте площадью горизонтального сечения

$H_r = f(W)$ преобразуется в

$$H_r = \frac{W}{Sr} + H_{sr} \quad (7)$$

Где: A - линеаризованная функция ψ (m^2/c)

H_{sr} - константа имеющая размерность, м;

Sr - площадь горизонтального сечения в резервуаре (m^2).

Задачу предполагается решить при гармоническом изменении граничных условий, (начальные условия задаются произвольно). Запишем уравнения модели и затем решим их в аналитической форме при условии, что граничное условие (хронологический ход давления в системе водоснабжения) задается синусоидой. Способ решения уравнений такого типа известен [4]:

$$\frac{\partial Sr \cdot H_r}{\partial t} = Q_{in} + Q_{out} \quad (8)$$

$$H_s = B \cdot \sin(\omega t) \quad (9)$$

Преобразуя система приобретет вид:

$$Sr \frac{\partial H_r}{\partial t} = A \cdot [B \cdot \sin(\omega t) - H_r] \quad (10)$$

Установление стабильности в периодичности изменения уровня воды происходит по убывающей экспоненте

- $e^{-\frac{A}{Sr}t}$. Далее

$$H_r = \frac{A \cdot B}{Sr} \cdot \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{A}{Sr}\right)^2 + \omega^2}} \left[\frac{\frac{A}{Sr} \sin(\omega t) - \omega \cdot \cos(\omega t)}{\sqrt{\left(\frac{A}{Sr}\right)^2 + \omega^2}} \right] + e^{-\frac{A}{Sr}t} \cdot C_2 + C_3 \quad (11)$$

Вполне можно считать, что компоненты

$$\frac{\frac{A}{Sr}}{\sqrt{\left(\frac{A}{Sr}\right)^2 + \omega^2}} \rightarrow \cos(\phi) \quad (12)$$

и

$$\frac{\omega}{\sqrt{\left(\frac{A}{Sr}\right)^2 + \omega^2}} \rightarrow \sin(\phi) \quad (13)$$

так как сумма квадратов данных компонент (12) и (13) равна единице.

Итак, компоненты есть синус и косинус некоторого угла и тогда как указано в [4]:

$$H_r = \frac{A \cdot B}{Sr} \cdot \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{A}{Sr}\right)^2 + \omega^2}} [\sin(\omega t - \psi)] + e^{-\frac{A}{Sr}t} \cdot C_2 + C_3 \quad (14)$$

$$\text{Где угол } \phi = \text{Arctg}\left(\frac{Sr}{A}\right) \quad (15)$$

В установившемся режиме процесс отображается уравнением

$$H_r = \frac{A \cdot B}{Sr} \cdot \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{A}{Sr}\right)^2 + \omega^2}} [\sin(\omega t - \phi)] \quad (16)$$

Или проще,

$$H_r = \frac{A \cdot B}{Sr} \cdot \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{A}{Sr}\right)^2 + \omega^2}} [\sin(\omega t - \phi)] \quad (17)$$

$$H_r = \frac{B}{\sqrt{1 + \left(\frac{Sr}{A}\right)^2 \cdot \omega^2}} [\sin(\omega t - \phi)] \quad (18)$$

Исследование полученной формулы показывает, что, чем больше диаметр подводящей трубы A и чем меньше площадь горизонтального сечения резервуара тем менее

отличается ход уровней в резервуаре от изменения давления во внешней системе. Однако при малом сечении подводящей трубы к резервуару (большом сопротивлении) резервуар не успеет полностью ни опорожниться, ни наполниться. Амплитуда хода уровней в резервуаре всегда будет меньше амплитуды хода давления во внешней системе, измеряемой в метрах водяного столба. Для того чтобы внести определенность в данном вопросе предполагается определить процент эффективности работы резервуара.

Если принять во внимание что вполне приемлемым является эффективность работы резервуара N (пусть для формулы (20) $N = 99\%$) то можно определить каким максимальным сопротивлением трению может обладать подводящая труба.

$$\sqrt{1 + \left(\frac{Sr}{A}\right)^2} \omega^2 = 1,0101 = \frac{1}{N} = 100/99 \quad (19)$$

Из формулы (20) легко подсчитать каким коэффициентом сопротивления (A это и есть линеаризованный коэффициент сопротивления) должна обладать подводящая труба при обеспечении N процентного использования объема резервуара

$$A > \frac{Sr}{\sqrt{\frac{1}{N^2} - 1}} \omega \quad (20)$$

При нарушении данного условия резервуар не сможет использоваться на заданные N процентов, частоту ω можно принять как - один цикл в сутки, площадь резервуара может задаваться исходя из возможностей строительства.

Но при конечно-разностной аппроксимации и решения дифференциальной системы уравнений (6) и (8) с расчет-

ным шагом по времени t_n необходимо придерживаться исполнения правила Куранта-Леви, которое гласит, что числовая информация не может распространяться быстрее физической информации. В нашем случае это правило записывается формулой $\frac{A * t_n}{Sr} < 1$ или $A < \frac{Sr}{t_n}$.

(t_n здесь шаг по времени, при конечно разностном решении). Таким образом для подводящей трубы к резервуару определены верхнее и нижнее ограничение на коэффициент сопротивления гарантирующий и заданное использование объема резервуара и устойчивость при нахождении оптимальных параметров всей системы водоснабжения.

$$A < \frac{Sr}{t_n} \text{ и } A > \frac{Sr}{\sqrt{\frac{1}{N^2} - 1}} \omega \quad (21)$$

Выводы. Точный учет процессов заполнения и опорожнения резервуаров в системах водоснабжения при поиске оптимальных параметров значительно усложняет расчеты. Практика требует упрощения математической модели оптимизации систем водоснабжения при использовании гипотезы о равенстве давления внутри системы водоснабжения и уровня воды в резервуаре в каждый расчетный момент времени. Но для этого потребуются определить каким свойством должны обладать подводящие к резервуарам трубопроводы. В данной статье предложена формула для расчета ограничений по коэффициенту сопротивления для подводящего к резервуару водовода. При данных ограничениях обеспечивается и заданное использование возможностей резервуара, и устойчивость вычислительного процесса.

Список использованной литературы:

1. Салохиддинов А., Савицкий А.Г., Аширова О.А. Математическая модель расчета водопроводной сети с возможностью оптимизации её элементов. Ирригация и мелиорация. Журнал, №1, Ташкент, 2015г. 42-47с.
2. Салохиддинов А.Т., Савицкий А.Г., Аширова О.А. Теория и расчет систем подачи и распределения воды в комплексе сельскохозяйственного водоснабжения. Монография. Т.: 2016, 142 стр.
3. Салохиддинов А., Савицкий А.Г., «Аширова О.А. Совершенствование расчетного обоснования элементов водопроводной сети при стратегическом развитии села», Барнаул, 2014. 476-479с.
4. Пискунов Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисления. Для ВТУЗов, Том второй, Издательство "Наука", Главная редакция физико-математической литературы. Москва 1972 г. 575с.