

УДК 626.82:532.614.2

А. Л. Кожанов, О. В. Воеводин

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Целью исследований являлось изучение использования энергии водного потока в самонапорной системе водоподачи для разработки энергоэффективных оросительных систем нового поколения с минимизацией применения насосно-силового оборудования и внешних источников электроэнергии. Представлено понятие об энергии водного потока для использования ее в самонапорной системе водоподачи. Проведен анализ самонапорных оросительных систем, применяемых в горных и предгорных районах, где есть естественный уклон местности для создания необходимого напора воды в трубопроводной сети. Предложены пути совершенствования конструкций данных систем.

Ключевые слова: энергоэффективность, оросительная система, энергия водного потока, самонапорная система, уклон местности.

В последнее время большое внимание стали уделять вопросам эффективности орошения при условии снижения энергопотребления и непроизводительных потерь оросительной воды. Повышение цен на энергоносители и основные материалы потребовало пересмотра ряда принципиальных положений и подхода к оценке эффективности орошения. Магистральная система водоподачи и водораспределения, а также передача воды на дальние расстояния требует нового методического обоснования проектных решений. Немаловажное место занимают вопросы применения низконапорных систем водоподачи; исключения аварийных, непроизводительных и технологических сбросов; разработки эксплуатационных мероприятий, направленных на экономию электроэнергии за счет использования кинетической энергии водного потока. Так, в горной и предгорной зонах РФ имеются земли, пригодные к орошению с использованием энергоэффективных оросительных систем с самонапорной системой водоподачи за счет использования энергии водного потока.

Жидкость, находящаяся в покое или движении, обладает определенным запасом механической энергии E , т. е. способностью производить работу. Механическую энергию можно представить в виде:

$$E = E_{\text{пот}} + E_{\text{кин}},$$

где E – полная энергия потока жидкости, Н·м;

$E_{\text{пот}}$ – потенциальная энергия, Н·м;

$E_{\text{кин}}$ – кинетическая энергия, Н·м.

Если покоящаяся жидкость обладает только потенциальной энергией, то движущаяся – двумя видами энергии: потенциальной и кинетической.

Различают следующие виды потенциальной энергии: потенциальная энергия положения $E_{\text{пол}}$ и потенциальная энергия давления $E_{\text{давл}}$.

Отсюда механическую энергию потока жидкости в общем случае можно представить как сумму

$$E = E_{\text{пол}} + E_{\text{давл}} + E_{\text{кин}}.$$

В гидравлике принято относить механическую энергию потока жидкости к единице веса объема и называть ее удельной энергией жидкости, обозначая буквой e :

$$e = \frac{E}{G},$$

где e – удельная энергия жидкости, м.

Отсюда

$$e = e_{\text{пол}} + e_{\text{давл}} + e_{\text{кин}},$$

где e – полная удельная энергия потока жидкости, м;

$e_{\text{пол}}$ – удельная энергия положения, м;

$e_{\text{давл}}$ – удельная энергия давления, м;

$e_{\text{кин}}$ – удельная кинетическая энергия, м.

В технической литературе по гидравлике и гидравлическим машинам вместо выражения «удельная энергия» часто употребляют выражение «напор», его обозначают буквой H :

$$e = H,$$

где H – напор гидродинамический, м.

Отсюда напор H представляет собой механическую энергию потока жидкости, протекающей через живое сечение потока в единицу времени, отнесенную к единице веса объема жидкости. Иначе, напор – это мера механической энергии, принадлежащей единице веса жидкости [1].

Удельную мощность самонапорной системы (кВт) можно определить по формуле:

$$P_T = 9,81 \cdot Q \cdot H.$$

Количество работы (энергии) (кВт·ч), которую совершит поток воды за время T , можно записать так:

$$\mathcal{E} = 9,81 \cdot Q \cdot H \cdot T.$$

Абсолютное значение удельной мощности колеблется от нуля у водозабора до некоторого максимума у концевой точки потребления. Таким образом, самонапорным дождеванием нельзя охватить всю площадь орошаемого массива до точки водозабора, самонапорная система должна иметь холостой (транзитный) участок, в конце которого можно получить удельную мощность, достаточную для применения многоопорной дождевальной техники. Холостую часть трубопровода следует направлять по наибольшему уклону местности.

В связи с этим самонапорные энергоэффективные оросительные системы можно применять в предгорных и горных районах страны там, где есть естественный уклон местности для создания необходимого напора воды в трубопроводной сети. Эти системы строят в местностях с уклонами, превышающими 0,002–0,003. Минимальный уклон, при котором можно проектировать самонапорные системы, зависит от расхода воды, напора в рабочий период и условий работы трубопровода. При проектировании самонапорной сети необходимо предусмотреть свободный напор на гидранте, обеспечивающий нормальную работу поливной техники:

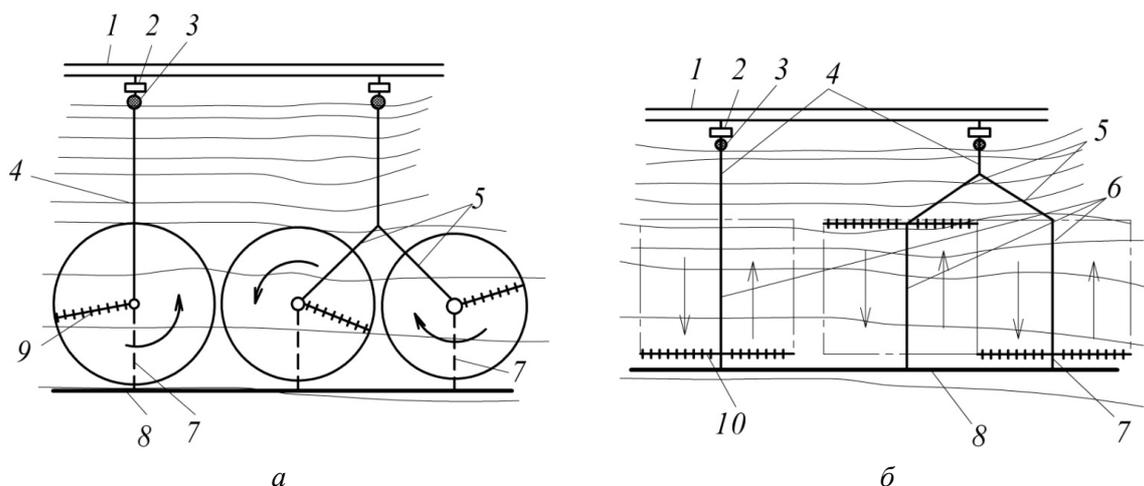
$$H_0 = H_{st} - \sum H,$$

где H_0 – свободный напор на гидранте, м;

H_{st} – статический напор на гидранте, м;

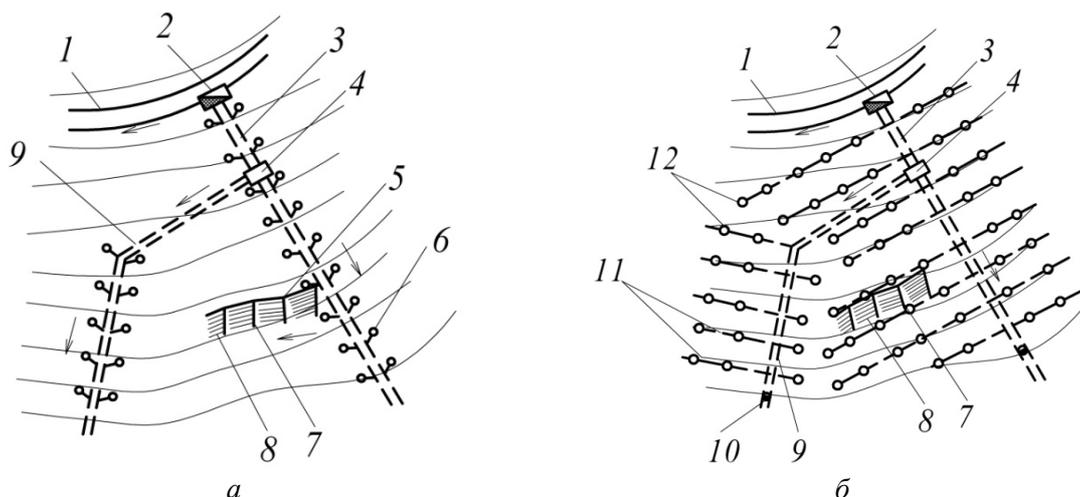
$\sum H$ – сумма всех гидравлических потерь до гидранта, м.

Принципиальные схемы самонапорных оросительных систем, согласно Ф. С. Салахову, С. Х. Гусейну-заде [2–3], Ш. С. Бобохидзе [4], приведены на рисунках 1–2.



a, б – системы соответственно кругового и фронтального действия; 1 – канал; 2 – бассейн суточного регулирования; 3 – воздушная труба; 4–7 – трубопроводы соответственно транзитный, распределительный, оросительный, сбросной; 8 – канал сбросной; 9, 10 – дождевальные машины соответственно кругового и фронтального действия

Рисунок 1 – Схемы самонапорных оросительных систем согласно Ф. С. Салахову, С. Х. Гусейну-заде



a – закрытая безнапорная; *б* – закрытая напорная; 1 – магистральный канал; 2 – шлюз-регулятор; 3 – распределитель I; 4 – вододеливатель; 5 – временный ороситель; 6 – водовыпуск во временный ороситель; 7 – выводные борозды; 8 – поливные борозды; 9 – распределитель II; 10 – напороразгрузочное устройство; 11 – закрытый ороситель; 12 – водовыпуск в выводную борозду и гибкий шланг

Рисунок 2 – Конструкции оросительной сети для горных условий согласно Ш. С. Бобохидзе

Распределители всех порядков устраивают в первом варианте (рисунок 2, *a*) из труб, рассчитанных на безнапорный режим течения воды, а во втором (рисунок 2, *б*) – из труб, работающих под напором.

Каждый из этих вариантов имеет положительные и отрицательные стороны. В первом неизбежно появление определенного сбросного расхода в конце распределительных трубопроводов, что снижает КПД системы. Во втором варианте холостой сброс воды доведен до минимума, обеспечена обратная гидравлическая связь, возможно использование естественных напоров для полива дождеванием, но КПД ороситель-

ной системы при напорной сети в ряде случаев может оказаться ниже, чем при закрытой безнапорной сети.

Таким образом, применение напорной оросительной сети может оказаться более экономичным по сравнению с безнапорной только при больших уклонах местности, при которых напор в сети обеспечивает дождевание дальнеструйными аппаратами, а также выработку электрической энергии для нужд оросительной системы с использованием мини- и микроГЭС.

Первый вариант устройства оросительной сети необходимо улучшить, устранив основной недостаток – холостой непроизводительный сброс воды.

В связи с этим при разработке энергоэффективных оросительных систем нового поколения необходимо устранять недостатки ранее применяемых конструкций оросительных систем, а также использовать потенциал предгорной и горной местности для создания необходимого напора в трубопроводной сети с минимизацией применения насосно-силового оборудования и внешних источников электроэнергии, с этой целью предлагается:

- применение кольцевых схем устройства сети распределительных трубопроводов с использованием сбросного расхода для орошения нижних участков и наполнения хозяйственных прудов;

- зональное расположение магистральных или межхозяйственных трубопроводов для использования их в качестве приемников сбросных расходов воды из верхних зон;

- устройство водохранилища сезонного регулирования (при рельефных возможностях) внутри оросительной системы с использованием его и для других нужд, например для рыбного хозяйства;

- устройство бассейнов суточного регулирования в составе оросительной системы, которые можно будет использовать и для других нужд, например для рыбного хозяйства;

- устройство на самом нижнем участке небольшого сборного бассейна сбросных вод нижней зоны и соответствующего участка со стационарной системой дождевания (требуемый напор создается при помощи насоса).

Список использованных источников

1 Механическая энергия потока жидкости [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://studopedia.ru/3_171342_mehanicheskaya-energiya-potoka-zhidkosti.html, 2015.

2 Салахов, Ф. С. Самонапорная система орошения дождеванием / Ф. С. Салахов, С. Х. Гусейн-заде. – М.: Колос, 1964. – 128 с.

3 Многоопорные дождевальные машины / С. Х. Гусейн-заде [и др.]; под ред. С. Х. Гусейн-заде. – М.: Колос, 1984. – 191 с.

4 Бобохидзе, Ш. С. Гидравлическая автоматизация водораспределения на оросительных системах / Ш. С. Бобохидзе. – М.: Колос, 1973. – 248 с.

УДК 626.8.001.63:631.6.006(083.74)

А. Л. Кожанов, О. В. Воеводин

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОКУМЕНТАЦИЕЙ В ОБЛАСТИ СТАНДАРТИЗАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ МЕЛИОРАТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ

Целью исследований являлось изучение обеспечения документацией в области стандартизации по проектированию мелиоративных объектов. Проанализированы отраслевые перечни нормативно-методических документов, установлена принадлеж-