



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 21.03.79, (21) 2752478/29-15

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 15.09.80. Бюллетень № 34

Дата опубликования описания 15.09.80

(11) 763510

(51) М. Кл.³

Е 02 В 3/02

Е 02 В 15/00

(53) УДК 627.42
(088.8)

(72) Авторы
изобретения

С.В. Большинский, Ф.В. Стольберг, Л.С. Сващенко
и Ю.П. Беличенко

(71) Заявитель

Всесоюзный научно-исследовательский институт
по охране вод

(54) СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ СТОКА РЕК

1

Изобретение относится к области охраны природы, а именно к способам регулирования стока рек, которые могут быть использованы для охраны вод, в том числе предотвращения загрязнения и истощения малых рек, комплексного использования их водных ресурсов и более рационального использования водных ресурсов каналов межбассейновых перебросок стока.

Водохозяйственное строительство приобретает все большее значение для дальнейшего развития производительных сил, и значение его сохраняется не только в ближайшей, но и в отдаленной перспективе, что подтверждается систематическим ростом водопотребления как в нашей стране, так и за рубежом. В связи с этим актуальной стала проблема поддержания в надлежащем состоянии источников водоснабжения, водостдачи рек, в первую очередь малых рек - важнейших составляющих пресноводных ресурсов.

Между тем, современное состояние малых рек, вызванное воздействием факторов антропогенного происхождения, приводящее к уменьшению их водности и ухудшению качества воды, зна-

2

чительно ограничивает возможности использования малых рек как источников питьевого и технического водоснабжения и удовлетворения водопользователей многих сфер народного хозяйства.

Так, например, по данным института гидробиологии АН УССР за последние годы сток малых рек Украины уменьшился на 10-25%, а в будущем ожидается уменьшение стока еще на 15-20%.

Наряду с загрязнением рек промышленными стоками, а также стоком с сельскохозяйной и поверхностным стоком городов резко повышается засоление малых рек, которое является одним из видов интенсивного загрязнения. Например, в бассейнах рек Дона, Днепра и Приазовья в связи с развитием производительных сил Донбасса ожидается увеличение ежегодного сброса минерализованных шахтных вод в таких количествах, которые обусловят увеличение солесодержания малых рек в 2,5-3,5 раза, превышающую нормативную концентрацию.

В связи с изложенным насущной и важнейшей задачей охраны водных ре-

турсов является увеличение водности малых рек наряду с улучшением качества воды в них. Наиболее оптимальным решением этой задачи явилось бы такое решение, которое одновременно обеспечивало улучшение количественных и качественных параметров малых рек.

Известен способ пополнения малых рек, получивший широкое распространение в практике водохозяйственного строительства, включающий регулирование стока рек водохранилищами. Этот способ состоит в том, что водохранилищами в основном задерживают сток в многоводные периоды (сезоны, годы) и в последующем воду из них подают в русла рек [1].

Известный способ не улучшает качество воды в реке, например, путем уменьшения минерализации до нормативных величин или интенсификации процессов самоочищения в реке. В водохранилищах, аккумулирующих поверхностный сток, накапливаются взвешенные частицы, органические вещества и биогенные элементы, которые создают предпосылки для массового развития в них фитопланктона, вызывая "цветение" воды. "Цветение воды", в свою очередь, обуславливает ее вторичное загрязнение и ухудшение качества. Данный способ не обеспечивает повышения водности рек в периоды повторяющегося маловодья.

Строительство водохранилищ емкостью более 100% среднегодового объема стока реки экономически нецелесообразно, ибо заполнение таких водохранилищ происходит лишь периодически в многоводные годы; на протяжении длительного времени их не заполняют, а после заполнения воду снова сбрасывают. Увеличение емкости водохранилищ увеличивает площадь затопления земель и засоление пойм. Подходы к ним затрудняются, и они часто находятся в антисанитарном состоянии.

Объемы водохранилищ на малых реках ограничивают полезную емкость в размерах не более 100% среднегодового стока реки за многолетие, а расчетные объемы доступных к использованию водных ресурсов brutto в год 95%-ной обеспеченности не превышает среднегодового стока реки. Это обстоятельство исключает для малых пресноводных рек возможность систематического повышения водности указанным способом и таким образом удовлетворение водопотребителей в нужное для них время и в достаточных количествах. Этот способ не дает возможности составлять гарантированные планы водоснабжения народного хозяйства и удовлетворения всех видов водопользования.

Известен также способ регулирования стока рек с устройством водохранилищ, заполняемых в основном за

счет срезки весеннего половодья, а также за счет возможного поступления стока с водосборной площади с периодическими попусками воды в реку [2]. Однако и этот способ имеет ряд недостатков. Он также не решает задач улучшения качества воды в малых реках, а тем более достижения определенного качества воды, необходимого тому или иному водопользователю. Это обусловлено тем, что в водохранилищах, заполняемых водами половодья, аккумулируется поверхностный сток, который несет с собой питательные вещества и биогенные элементы, создающие условия для массового развития в них в летнее время фитопланктона, вызывая "цветение" воды, которое в свою очередь обуславливает ее вторичное загрязнение и ухудшение качества.

Поскольку сроки наступления половодья, его объемы и другие параметры не являются определенными, исключена возможность управления этим процессом во времени и объемах и соответственно исключена возможность управления процессом пополнения реки, исходя из нужд водопользователей в количественных и качественных потребностях. Устройство водохранилищ в одном или нескольких створах приводит к уменьшению водности и возможности регулирования стока на нижележащих участках реки.

Целью изобретения является повышение эффективности способа путем увеличения водности малых рек в любой заданный период времени с одновременным улучшением качества воды в них, в также повышение эффективности капитальных вложений за счет уменьшения стоимости строительства водохозяйственных объектов наливных водохранилищ ограниченного объема и снижения стоимости водоподготовки на водозаборах пополняемых рек.

Поставленная цель достигается тем, что в известном способе регулирования стока, включающем устройство водохранилищ и заполнение их с периодическими попусками воды в реку, для заполнения водохранилищ используют искусственные источники водоснабжения в периоды уменьшения или прекращения водопотребления из них, после чего осуществляют пополнение реки попусками воды из водохранилищ, расход которых определяют по формуле:

$$Q_K^i = \frac{Q_K^i [(n \cdot dK_{iK}) - K_{iK}^i]}{[K_{iK}^i - (n \cdot dK_{iK})]^{m_i}} \cdot t_i$$

где Q_K^i - расход попусков из водохранилища, м³/с;

Q_K^P - расход реки в К-створе, м³/с;

K_{iK} - концентрация i-ингредиента в К-створе реки до попусков, кг/л;

K_{iK}^i - концентрация i-ингредиента в водохранилище, мг/л;

(ПДК_к) - предельно допустимая концентрация *i*-ингредиента в К-створе, мг/л;

m_i - коэффициент неконсервативности;

l_k - длина реки от сбросного сооружения до К-створа, м.

Кроме того, в качестве искусственных источников водоснабжения могут быть использованы оросительные каналы.

Изобретение поясняется чертежом, на котором показана принципиальная схема системы для осуществления способа, причем в качестве искусственного источника водоснабжения использован водоснабжающий канал, например оросительный.

Указанная система содержит водоснабжающий канал 1, с которым посредством соединений 2-4 связаны наливные водохранилища 5-7, устроенные на соответствующих малых реках 8-10, находящихся в зоне водоснабжающего канала 1.

На малых реках в створах 11-19 размещена контрольно-измерительная аппаратура, которая соединена с соответствующими диспетчерскими пультами 20-22. Наливные водохранилища 5-7 имеют водосбросные сооружения 23-25, оборудованные управляемыми затворами. Механизмы (пусковые устройства) затворов также соединены с диспетчерскими пультами 20-22, откуда осуществляют управление затворами. Наливные водохранилища устраивают преимущественно в верховьях малых рек, по возможности используя для этой цели естественные формы рельефа: балки, овраги, расположенные на небольших расстояниях от русел рек и трассы каналов.

В качестве соединений 2-4 в зависимости от условий местности, метрических размеров и экономической целесообразности могут быть приняты конструкции водоводов из бетонных, железобетонных и металлических труб, конструкции облицованных и необлицованных закрытых лотков. Соединения 2-4 оборудуются автоматической запорной арматурой, управление которой осуществляют с диспетчерских пультов 20-22.

Способ осуществляется следующим образом.

Предварительно устраивают наливные водохранилища, размещение которых обосновывается в каждом реальном случае.

Устройство на малых реках, находящихся в зоне влияния водоснабжающего канала наливных водохранилищ, соединений с этим каналом водопроводным устройством, обеспечивает в отличие от несоединенных с каналом водохранилищ заполнение наливных водохранилищ

в основном водой из канала, а не путем сбора поверхностного стока с водосборной площади и срезки половодья. В результате такого заполнения наливных водохранилищ вода в них аккумулируется достаточно высокого качества, так как по каналу хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения транспортируется вода, качество которой соответствует ГОСТу. Этим ГОСТом четко регламентируются важнейшие показатели качества воды, такие как плавающие примеси (вещества), запахи, привкус, реакция pH, минеральный состав (в том числе хлориды и сульфаты), БПК, бактериальный состав, токсические химические вещества.

Таким образом, использование наливных водохранилищ в отличие от заполняемых за счет половодья и стока с водосборной площади обеспечивает подачу в малые реки воды гарантированного качества, которая при смешивании с речной водой не ухудшит, а улучшит ее качество.

Заполнение наливных водохранилищ водой из канала производят в период уменьшения или прекращения отъема воды водопотребителями. Такие периоды возникают, как правило, в осенне-зимнее время, когда уменьшается подача воды на хозяйственно-питьевые нужды и совершенно прекращается подача воды, например, на орошение, обводнение пастбищ, лугов и полив территорий населенных мест. Практически в водоснабжающих каналах прекращается отъем воды на орошение в вегетационный период, который в Европейской части СССР и всей Северо-западной и Западной Европе длится с сентября по март (6-7 месяцев в году) и в южной части СССР не менее четырех месяцев. В этот период гидротехнические сооружения, насосные станции функционируют без полной нагрузки, уменьшается расход воды в канале. Уменьшение расхода воды в открытых каналах определяет соответствующее уменьшение скоростей движения воды в них и, как следствие, вызывает повышенное развитие гидробионтов и, следовательно, снижение качества воды. Подача воды для заполнения наливных водохранилищ улучшит ритмичность работы канала, воспрепятствует снижению качества воды в нем и будет способствовать повышению эффективности работы канала.

Подачу воды из канала в наливные водохранилища производят по заранее установленному режиму работы в установленное время, что совершенно не зависит от метеорологических, атисферных и других природных явления, как это имеет место при заполнении водохранилищ за счет половодья или стока с водосборной площади. Незави-

симость заполнения наливных водохранилищ от указанных природных явлений во времени и объемах дает возможность устраивать наливные водохранилища значительно меньших размеров, что снижает их стоимость и уменьшает затопление территорий.

Полноценные малых рек из наливных водохранилищ производят в зависимости от потребностей водопользователей, гидрологических и гидрохимических характеристик реки. Расход пусков определяют по приведенному выше соотношению, которое учитывает санитарно-гигиеническую обстановку в реке, количественную потребность в воде водопользователей, показатели качества воды в наливном водохранилище, расстояние от водовыпуска до водозабора водопользователей.

Синхронизация получения информации со створов реки с показателями качества воды в наливных водохранилищах позволит автоматизировать процессы управления пусками и обеспечить наиболее экономное расходование воды.

Согласно изобретению пополнение малых рек производят в период, когда в водоснабжающем канале уменьшается или прекращается отъем воды. Таким периодом для каналов, из которых производят отбор воды и на орошение, является время, когда орошение не производится, водой из водоснабжающего канала заполняют наливные водохранилища, устраиваемые на малых реках, находящихся в зоне влияния водоснабжающего канала. Затем по мере необходимости из этих наливных водохранилищ малые реки пополняют пусками, расход которых определяют по соотношению:

$$Q_k^p = \frac{Q_k^p [(ПДК_{ik}) - K_{ik}^p]}{[K_{ik}^p - (ПДК_{ik})] e^{m_i L_k}}$$

где Q_k^p - расход пусков из водохранилища, м³/с;

Q_k^p - расход реки в К-створе, м³/с;

K_{ik}^p - концентрация i-ингредиента в К-створе реки до пусков, кг/л;

K_{ik}^p - концентрация i-ингредиента в водохранилище, мг/л;

(ПДК_{ik}) - предельно допустимая концентрация i-ингредиента в К-створе, мг/л;

m_i - коэффициент неконсервативности;

L_k - длина реки от сбросного сооружения до К-створа, м.

Если гидрохимическая ситуация в реке показывает наличие неконсервативных ингредиентов в пределах норм, тогда экспонента e становится равной единице.

це, поскольку $m_i = 0$ и уравнение принимает вид:

$$Q_k^p = \frac{Q_k^p [(ПДК_{ik}) - K_{ik}^p]}{K_{ik}^p - (ПДК_{ik})}$$

Система, осуществляющая изобретение, работает следующим образом.

По команде, поданной с диспетчерского пульта 20-22, включают запорные устройства на соединениях 2-4, и вода из водоснабжающего канала 1 по соединениям 2-4 поступает в соответствующие наливные водохранилища 5-7 для заполнения их до заданного уровня.

Вода, транспортируемая в водоснабжающий канал 1, по своим качественным показателям соответствует ГОСТ 17.1.3.03-77, а это значит, что поступившая в наливные водохранилища 5-7 вода имеет показатели не ниже принятых для источников хозяйственно-питьевого водоснабжения. Наливные водохранилища заполняются водой из водоснабжающего канала в период, когда в этом канале уменьшается, а некоторыми водопользователями вовсе прекращается отъем воды. Эти периоды в режиме работы водоснабжающего канала возникают, когда прекращаются поливные работы на орошаемых землях, прекращается обводнение лугов и пастбищ, когда в осенне-зимнее время уменьшается потребление воды на коммунальные нужды и наружные работы. Эти периоды продолжаются 5-7 месяцев, во время которых общий отъем воды из водоснабжающего канала уменьшается на 25-30%.

Со створов 11-19, на которых размещена контрольно-измерительная аппаратура, регистрирующая санитарно-гигиеническую обстановку на малых реках 8-10, в частности, показатели минерализации, pH, растворенного кислорода и другие, передается информация на диспетчерский пульт 20-22. На этих пультах обрабатывается поступившая информация со створов 11-19 о гидрохимическом составе воды наливных водохранилищ и данные о размерах водопотребления. По всем показателям и данным определяется величина пусков в реки 8-10. Величина этих пусков состоит из двух слагаемых:

g_1 - расхода, необходимого для удовлетворения нужд водопользователей в количественном отношении, и

g_2 - расхода, необходимого для разбавления речной воды с целью улучшения ее качества и доведения загрязняющих ингредиентов до предельно допустимых концентраций.

g_2 отличается от g_1 на величину Δg . Если $\Delta g = 0$, тогда $g_1 = g_2 = Q_k^p$. Если $\Delta g < 0$, то $Q_k^p = g_1$. Данные санитарно-гигиенической обстановки определяют приборами, размещенными в створах 11-19, и по линиям связи переда-

ются на диспетчерский пульт 22-24. На диспетчерском пульте эта информация, дополненная данными гидрологической характеристики реки, показателями качества воды наливного водохранилища, которые должны быть не ниже ГОСТ 17.1.3.03-77, обрабатываются и по соотношению

$$Q_k = \frac{Q_k^*[(\text{ПАК}_{ik}) - K_{ik}^*]}{[K_{ik}^* - (\text{ПАК}_{ik})]e^{m_{ik}}}$$

определяется величина пусков.

После определения величины пусков с диспетчерского пульта 20-22 подается команда на управляемые водосбросные сооружения 23-25 наливных водохранилищ 5-7, открываются затворы и вода поступает в малые реки 8-10. В результате смешения речной воды с водой, поступающей из наливных водохранилищ, увеличивается водность рек и обеспечивается заданное качество воды.

Использование предлагаемого способа пополнения малых рек по сравнению с известными даст следующий положительный эффект:

Пополнение малых рек водой водоснабжающих каналов обеспечивает населенные пункты и предприятия, находящиеся в бассейнах малых рек, водой соответствующего качества. Это имеет особое значение для сельских местностей центральных районов и юга страны, где потребность в воде будет постоянно возрастать в соответствии с огромным размахом строительства на селе, предусматривающим приближение бытовых условий сельского населения к городскому. Это имеет большое значение в экономическом плане, поскольку устройство водохранилищ, заполняемых водой, качество которой установлено ГОСТом, обеспечивает чистоту водоемов и малых рек и способствует развитию рыбного хозяйства и широкому использованию водохранилища и рек в рекреационных целях.

В экономическом плане пополнение малых рек предлагаемым способом даст эффект в целом ряде аспектов. Для примера рассмотрим разработанное пополнение р. Сухой Торец (приток второго порядка р. Сев. Донец), которое принято к внедрению и утверждено в составе технического проекта второй очереди канала Днепр-Донбасс. Пополнение р. Сухой Торец, находящейся в зоне влияния канала Днепр-Донбасс, водой из указанного канала предлагаемым способом, обеспечит водопользователей, расположенных в бассейне р. Сухой Торец питьевой и технической водой по уровню водопотребления 1990 года. Подсчет экономической эффективности пополнения р. Сухой Торец только для нужд Барвенковского района Харьковской области показывает годовой экономический эффект на сум-

му 1200 тыс. руб. Это лишь по одной реке без учета использования ее водных ресурсов для других видов водопользования. За счет резервов канала Днепр-Донбасс, когда в период сентября-марта по эпоре расходов уменьшается отъем воды на нужды орошения и другие, может быть пополнено и улучшено качество воды в ряде других малых рек Донбасса, высокая минерализация вод которых в настоящее время большого ограничивает использование их водных ресурсов в народнохозяйственных целях. Пополнение этих рек за счет вод канала Днепр-Донбасс даст значительный экономический эффект в несколько миллионов рублей.

Анализ работы крупнейших каналов СССР хозяйственно-питьевого и технического назначения показал, что в двенадцати исследованных каналах общим расходом 2000 м³/с в течение 5-7 месяцев уменьшается отъем воды на 20-30%, что составляет примерно резерв воды в 15 км³/год. Эта огромная масса воды может быть использована для улучшения водных ресурсов большого количества малых рек, находящихся в зоне влияния каналов. Использование таких резервов для улучшения пресноводных ресурсов страны согласно изобретению принесло бы народному хозяйству большой экономический эффект. Это следует иметь в виду в связи с разработкой в настоящее время межбассейновых перебросок стока Северных и Сибирских рек на Южный склон страны, а также строительства каналов Ока-Дон-Оскол, Дунай-Днепр и др.

формула изобретения

1. Способ регулирования стока рек, включающий устройство водохранилищ и заполнение их, с периодическими пусками воды в реку, отличающийся тем, что, с целью повышения его эффективности путем увеличения водности реки и качества воды в ней, для заполнения водохранилищ используют искусственные источники водоснабжения в периоды уменьшения или прекращения водопотребления из них, после чего осуществляют пополнение реки пусками воды из водохранилищ, расход которых определяют по формуле:

$$Q_k^* = \frac{Q_k^*[(\text{ПАК}_{ik}) - K_{ik}^*]}{[K_{ik}^* - (\text{ПАК}_{ik})]e^{m_{ik}}}$$

где Q_k^* — расход пусков из водохранилища, м³/с;
 Q_k — расход реки в К-створе, м³/с;
 K_{ik} — концентрация i-ингредиента в К-створе до пусков, мг/л;

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

(ПДК_х) - предельно допустимая концентрация i -ингредиента в К-створе, мг/л;

K_i - концентрация i -ингредиента в водохранилище, мг/л;

m_i - коэффициент неконсервативности;

L_k - длина реки от сбросного сооружения до К-створа, м.

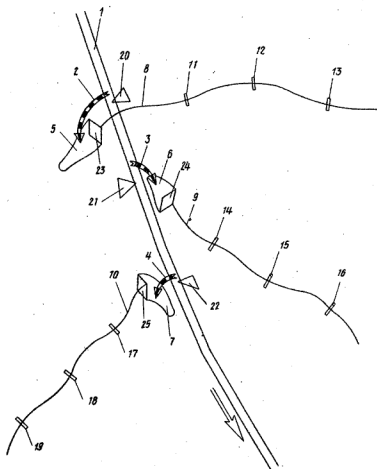
2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что в качестве искус-

ственных источников водоснабжения используют оросительные каналы.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе

5 1. Кудин С.Н. и др. Водохозяйственное строительство на малых реках. Киев, 1977, с. 20-26.

2. Плешков Я.Ф. Регулирование речного стока, Л., Гидрометеонадат, 1975, с. 107, 108.



Редактор Е. Хорина Составитель Л. Ваксенбург
Техред Р. Олиян Корректор С. Шекмар

Заказ 6245/26 Тираж 713 Подписное

ЦНИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4