

УДК 62-461:628.1

ОБОСНОВАНИЕ КОМПОНОВОЧНОЙ СХЕМЫ ПЕСКОГРАВИЕЛОВКИ ДЛЯ ОТКРЫТЫХ КАНАЛОВ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ

Т.В. Токарская, А.Н. Исмаилов, М.Ж. Омурзакова

Обоснована необходимость совершенствования наносозащитных сооружений магистральных каналов водохозяйственных систем горно-предгорной зоны. Приведено описание усовершенствованной компоновочной схемы пескогравиеловки, которая рекомендуется для устройства на открытых каналах водохозяйственных систем для защиты от наносов. Определены основные зависимости для расчета параметров основных элементов конструкции.

Ключевые слова: открытые каналы водохозяйственных систем; наносы; наносозащитные устройства; пескогравиеловка; промывное отверстие; координаты поверхности порога.

СУУ ЧАРБА СИСТЕМАЛАРЫНЫН АЧЫК КАНАЛДАРЫ ҮЧҮН КУМ-ШАГЫЛ ТОСКУЧТУН КОМПОНОВКАЛАНГАН СХЕМАСЫН НЕГИЗДӨӨ

Т.В. Токарская, А.Н. Исмаилов, М.Ж. Омурзакова

Бул макалада бийик тоолуу жана тоо этегиндеги аймактарда суу чарба системаларынын магистралдык каналдарын кум ширендилеринен коргоочу курулуштарды өркүндөтүүнүн зарылдыгы негизделди. Суу чарба системаларынын ачык каналдарында кум ширендилеринен коргоочу механизм үчүн сунушталуучу кум-шагыл тоскучтун өркүндөтүлгөн компоновкаланган схемасынын сыпаттамасы берилди. Конструкциянын негизги элементтеринин параметрлерин эсептөө үчүн негизги көз карандылыктар аныкталды.

Түйүндүү сөздөр: суу чарба системаларынын ачык каналдары; кум ширендилери; кум ширендилеринен коргоочу түзүлүш; жуучу тешик; босогонун үстүнүн координаттары.

JUSTIFICATION OF THE LAYOUT SCHEME OF SAND AND GRAVEL TRAP FOR OPEN CHANNELS OF WATER MANAGEMENT SYSTEMS

T. V. Tokarskaya, A. N. Ismailov, M. Zh. Omurzakova

The necessity of improving the sediment protection structures of the main canals of the water management systems of the mountain-foothill zone has been substantiated. The description of the improved layout diagram of the sand and gravel trap, which is recommended for the device on open canals of water management systems for protection from sediments, is given. The main dependencies for calculating the parameters of the main structural elements are determined.

Keywords: open channels of water management systems; sediments; nanoprotective devices; sand and gravel trap; flushing hole; threshold surface coordinates.

Подача воды в заданном количестве и с необходимым качеством водопотребителям и водопользователям – основная задача, которая решается на водозаборных сооружениях и по длине водопроводящих сооружений. При этом надежная защита открытых каналов ирригационных и гидроэнергетических систем от наносов все еще остается актуальной проблемой.

Как свидетельствует анализ [1], в основном наносы в открытые каналы водохозяйственных систем стран Средней Азии попадают на участках водозабора и по трассе открытых каналов. На участках водозаборных гидроузлов это происходит из-за несовершенства, изношенности или неправильной эксплуатации сооружений. По трассе каналов транспорт и отложение наносов вызывают осыпи с боковых склонов, пылевые бури и антропогенный фактор. Осыпи и антропогенное влияние вызывает попадание в каналы крупных фракций наносов с размерами более 100 мм, что на магистральных каналах с бурным режимом движения вызывает разрушение бетонных облицовок с последующим их разрушением.

Одним из основных способов защиты каналов от наносов являются донные пескогравиеловки. Но их устройство сопряжено с размещением закрытых промывных трактов под основным дном канала и закрытых пульповодов, которые отводят наносы и воду на сброс в реку или сбросные коллекторы. Это приводит к значительным затратам на строительные работы, использованию металлоёмкого гидромеханического оборудования и не всегда возможно по геологическим или компоновочным условиям.

С целью преодоления указанных недостатков сотрудниками кафедры «Водные ресурсы и инженерные дисциплины» КРСУ была разработана компоновка открытой пескогравиеловки для размещения на магистральных каналах горно-предгорной зоны Кыргызстана (рисунок 1).

Представленная пескогравиеловка способна не только вести отделение песчано-гравийной массы от потока с ее сбросом, но и проводить полную промывку подводящего канала. Так как открытая конструкция определяет возможность организации сброса всего расхода канала при соответствующих размерах промывного отверстия. Этому способствует криволинейный – вогнутый в плане наносозащитный порог, гребень которого возвышается над дном отводящего канала.

Пескогравиеловка состоит из следующих элементов:

- берегового промывного отверстия, перекрываемого плоским затвором, который регулирует сброс объемов воды и наносов;
- промывной камеры с повышенным уклоном дна;
- вогнутого в плане наносозащитного порога, который ограничивает камеру пескогравиеловки со стороны отводящего канала. Гребень порога возвышается над дном канала.
- береговой стенки, выпуклой в плане, которая сужает камеру пескогравиеловки с целью поддержания необходимых скоростей водного потока на участке заглублиения дна.

Вода из пескогравиеловки поступает в отводящий канал из верхних горизонтов потока, который перемещается по промывной камере при переливе через гребень наносозащитного порога.

Принцип действия пескогравиеловки заключается в следующем. Двухфазный поток (вода – наносы), подходя по подводящему каналу, захватывается циркуляционными струями воды, которые формируются в промывной камере вдоль вогнутой поверхности наносозащитного порога. Далее циркуляционный поток перемещает наносы к промывному отверстию, расположенному на концевом участке порога. При открытии затвора промывного отверстия наносы объемами воды будут промываться в сбросной канал.

Циркуляция возникает из-за перераспределения удельных расходов воды по длине промывной камеры пескогравиеловки, которое происходит из-за вогнутой поверхности наносозащитного порога и выпуклой в плане береговой стенки.

При разработке конструкции пескогравиеловки длину гребня наносозащитного порога необходимо рассчитывать из условия пропускания максимального расхода воды, проходящего по каналу. При этом рассматривается равенство уравнений для определения расходов, проходящих по каналу и истекающих через гребень порога [1, 2]:

$$\omega C \sqrt{Ri} = m L_n \sqrt{2gH^{1.5}}, \quad (1)$$

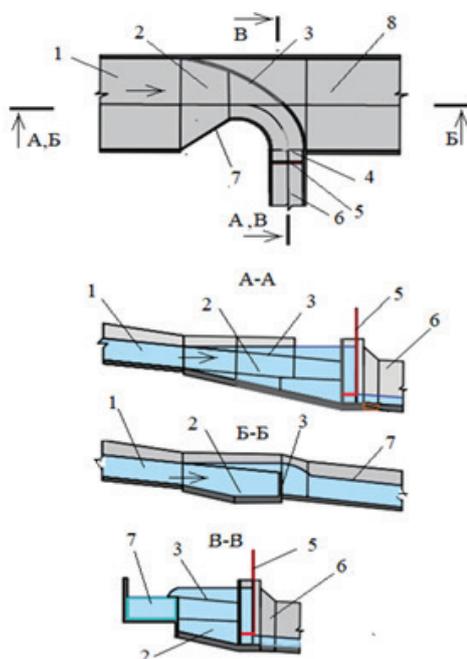


Рисунок 1 – Компонентная схема открытой пескогравелиловки:

- 1 – подводящий канал; 2 – камера пескогравелиловки с увеличивающейся глубиной по длине;
 3 – вогнутый в плане наноозащитный порог; 4 – промывной тракт; 5 – затвор промывного отверстия с горизонтальным козырьком на низовой грани; 6 – сбросной канал;
 7 – выпуклая в плане береговая стенка; 8 – отводящий участок канала

из равенства следует:

$$L_n = \frac{\omega C \sqrt{Ri}}{m \sqrt{2gH^{1.5}}}, \quad (2)$$

где L_n – рассчитываемая длина порога; ω – площадь поперечного сечения канала при пропуске максимально расхода воды; C – коэффициент Шези [2] определяется с учетом транспорта донных наносов; R – гидравлический радиус водного потока, проходящего по каналу; i – уклон дна канала; m – коэффициент расхода истечения через наносозащитный порог; H – расчетный напор над гребнем порога.

В магистральных каналах горно-предгорной зоны, как правило, наблюдается бурное движение водного потока. При этом в камере пескогравелиловки может возникнуть гидравлический прыжок с переходом потока в спокойное состояние. Это может вызвать потерю транспортирующей способности воды [3]. Для согласования расчетных глубин водного потока в камере пескогравелиловки можно использовать равенство чисел Фруда:

$$\frac{\alpha g_K^2}{g h_K^3} = \frac{\alpha g_i^2}{g h_i^3}, \quad (3)$$

где α – коэффициент Кориолиса; q_i^2 – удельный расход воды в подводящем канале; h_i^3 – расчетная глубина воды в канале; g – ускорение свободного падения; q_K^2 – удельный расход водного потока по длине камеры пескогравелиловки с учетом новой расчетной ширины и расходов воды, переливающихся

через гребень наносозащитного порога до расчетного сечения; h_i^3 – глубина в камере пескогравиеловки, которая рассчитывается, с учетом равенства (3), по формуле:

$$h_i = \sqrt[3]{\frac{g_i^2 h_i^3}{g_K}} \quad (4)$$

При разработке конструкции промывной камеры пескогравиеловки необходимо выполнение условия $q_i^2 > q_K$. Это определяет увеличение глубин с сужением камеры криволинейной – выпуклой в плане береговой стенкой.

Координаты вогнутой поверхности наносозащитного порога могут быть рассчитаны по ранее рекомендованной формуле [2, 4]:

$$\left. \begin{aligned} y_i &= -(y_{i-1} + (L_i - L_{i-1}) \cos \phi_i) \\ x_i &= x_{i-1} + (L_i - L_{i-1}) \sin \phi_i \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Знак (–) координаты (y) соответствует случаю движения двухфазного потока жидкости в циркуляционном вальце от точки (А) до точки (В). Точка А находится в начальном сечении порога, а точка В – на конечном участке (рисунок 2).

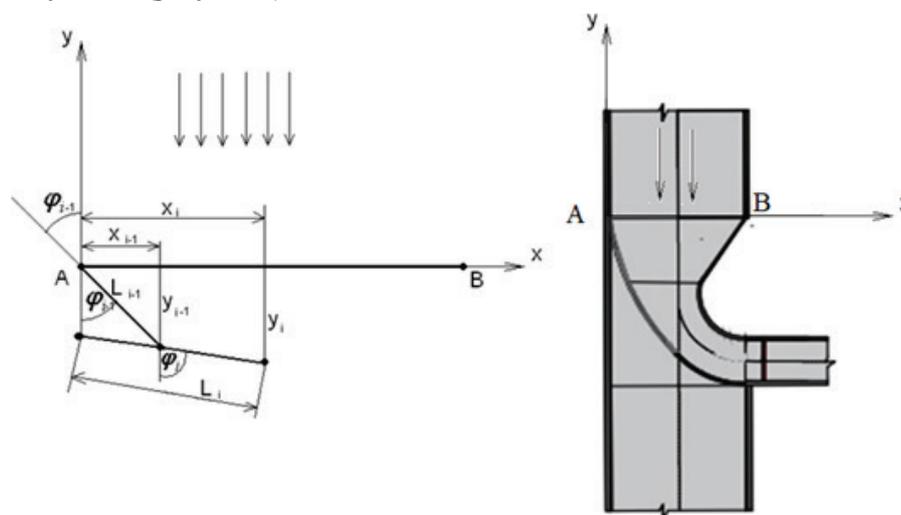


Рисунок 2 – Расчетная схема для определения координат внешней поверхности порога при рациональном размещении относительно струй потока в подводящем канале

Приведенные зависимости дают возможность определять рациональные параметры пескогравиеловки на предварительных этапах проектирования. Использование конструкции позволит улучшить эксплуатационные характеристики магистральных и внутрихозяйственных каналов и значительно продлить срок их эксплуатации.

Выводы. Приведена усовершенствованная компоновочная схема пескогравиеловки, которую рекомендовано устанавливать по трассе магистральных и внутрихозяйственных каналов водохозяйственных систем горно-предгорной зоны. Определена необходимость совершенствования конструкций гидротехнических сооружений водохозяйственных систем с учетом новых требований, предъявляемых к качеству воды и условий эксплуатации. Обосновано использование современных методов

расчетного обоснования рациональных параметров устройств, служащих для защиты водохозяйственных систем от наносов.

Литература

1. *Штеренлихт Д.В.* Гидравлика / Д.В. Штеренлихт. М.: КолоСС, 2005. 655 с.
2. *Логинов Г.И.* Гидравлические процессы при водозаборе из горных рек / Г.И. Логинов. Бишкек: Изд-во КРСУ, 2014. 196 с.
3. *Логинов Г.И.* Неравномерный режим движения водного потока в подводящих руслах водозаборных гидроузлов / Г.И. Логинов, Айманбек уулу Жоодарбек // Вестник КРСУ. 2018. Т. 18. № 4. С. 112–115.
4. *Логинов Г.И.* Рекомендации по теоретическому определению плановой конфигурации наносозащитного порога / Г.И. Логинов // Сб. научн. трудов, посвящ. памяти проф. М.С. Гагошидзе. Тбилиси: Ин-т водного хозяйства Груз. технич. ун-та, 2011. № 66. С. 143–149 с.