

*Пресняков К.А., Керимкулова Г.К., Большаков Н.М., Аскалиева Г.О.*

## МЕТОД ГИДРОАВТОМАТИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ ВЗВЕШЕННЫХ НАНОСОВ

*K.A.Presnyakov, G.K. Kerimkulova, N.M. Bolshakov, G.O. Askalieva*

## METHOD HIDROAVTOMATIKA WATER PURIFICATION FROM SUSPENDED SEDIMENTS

УДК: 631.6 (575.2)

*Предложен метод гидроавтоматической очистки воды от взвешенных наносов, подтвержденный положительным решением на выдачу патента КР.*

*Proposed a method for purification of water from hydro-automatic sediment, confirmed a positive solution for a patent KR..*

**Введение.** Надежное функционирование систем автоматизированного водораспределения возможно, в частности, при использовании методов гидроавтоматической очистки воды от взвешенных наносов. В данной работе предлагается подобный метод.

**Обоснование метода.** Известный способ перекачки под напором гидросмесей [1] заключается в приведении во вращение ротора, который в свою очередь воздействует на ролик, взаимодействующий с клиновидными утолщениями боковых стенок шланга, способствуя тем самым перистальтическим изменениям поперечного сечения его и обеспечивая эффективное удаление гидросмесей из него.

**Недостаток** известного способа заключается в необходимости использования высоких значений напора воды и технологической сложности реализации способа (применение ротора, ролика, клиновидных утолщений шланга и т.д.).

Способ защиты наносорегулирующего сооружения от завала наносами [2] включает разрушение водой скопления наносов и освобождение от них донного промывного отверстия путем направления воды из кольцевого лотка в шахту из под затвора и далее в промывное отверстие через промывной трубопровод в виде колена, соединенного со сбросным каналом, причем разрушение скопления наносов и освобождение от них донного промывного отверстия производят при снижении уровня воды в сбросном канале ниже минимально допустимой расчетной отметки порциями воздуха, подаваемыми кратковременно компрессором, по команде реле времени, по воздуховоду в колено промывного трубопровода, а при превышении глубины слоя перелива через борт кольцевого лотка максимально допустимой расчетной отметки – водой, подаваемой из-под затвора, манипулирование которым производят электродвигателем по команде с пульта управления.

**Недостаток** известного способа заключается в излишне усложненной технологической реализации

его (использование промывной шахты с затвором, положение которого регулируется электродвигателем и компрессора, подающего порции воздуха по команде реле времени и т.д.).

В школьных учебниках физики часто приводится пример явления резонанса: рота солдат идет в ногу по мосту, в результате чего мост обрушается. Солдаты идут под команду – («Раз! Раз, два, три!...»), промежуток времени между командами «1» и «2» составляет примерно порядка одной секунды, что соответствует линейной частоте 1Гц и круговой –6,28 Гц.

Мост обрушается вследствие резонанса, возникающего в результате совпадения частоты внешнего воздействия (синхронные удары множества солдатских ног об настил моста) с частотой собственных колебаний моста.

Из гидродинамики [3] известно, что взвешивание и перенос наносов осуществляется под воздействием низкочастотного спектра пульсаций скорости взвесенесушего потока воды. Об этом свидетельствуют следующие указания М.А. Великанова:

**Указание 1:** «Именно крупномасштабные пульсации (т.е. пульсации низких частот) и играют основную роль как в структуре потока, так и в процессе переноса внутри потока различных его «свойств» и характеристик: количества движения, завихренности, раствора, тепла, суспензии и пр...» [3, с.80]

**Указание 2:** «Совершенно ясно, что перемещение наносов, захваченных со дна, на большую от него высоту может производиться лишь возмущениями, которые имеют большие поперечные размеры порядка глубины потока и соответствуют пульсациям низких частот» [3, с.81].

Следовательно, за процессы взвешивания и переноса наносов взвесенесущим потоком воды отвечают низкочастотные турбулентные пульсации его скорости.

Из гидроакустики [4] известен факт максимума затухания звука в воде в круглой трубе с акустически мягкими стенками [4, с.200, рис. 94]. Согласно указанному источнику максимум затухания приходится на частоту 2 кГц, при более высоких частотах затухание ослабевает. При частотах, меньших 2 кГц, следует ожидать также ослабления затухания, иначе указанный максимум не будет «обрисован» с двух сторон, т.е. и со стороны частот ниже 2 кГц. А раз

ождается **ослабление затухания** при частотах менее 2 кГц (в низкочастотной части спектра), то здесь возникает вероятность **развития колебаний** именно в низкочастотной части спектра колебаний.

Нашими исследованиями [5] установлено на примере подводящего канала системы р. Тору-Айгыр, что взвесенесущий поток воды в открытом водотоке вырабатывает турбулентные пульсации скорости порядка  $49 \pm 5$  Гц (круговая частота; среднее 9 опытов; [5, с. 157, т.2]), относящиеся к низкочастотной части спектра колебаний.

Суммируя и обобщая приведенные выше факты, приходим к выводу: если на стенки гибкого трубопровода с попеременно расположенными участками его, чувствительными к низкочастотной части спектра колебаний, воздействовать турбулентными пульсациями транспортируемого им взвесенесущего потока воды, то –

- при условии близости частоты пульсаций к частоте собственных колебаний указанных участков гибкого трубопровода на этих участках возникнут «квазирезонансные» явления;
- если это так, то упомянутые участки гибкого трубопровода придут в колебательное движение;
- если это так, то будут наблюдаться попеременные (в пространстве и во времени) уменьшения–увеличения поперечного сечения указанных участков гибкого трубопровода;
- если это так, то гибкий трубопровод будет функционировать в перистальтическом режиме, способствуя тем самым эффективному освобождению гибкого трубопровода от взвесенесущего потока воды.

**Суть метода.** Задача повышения надежности и эффективности гидроавтоматической очистки воды от взвешенных наносов решается таким образом, что в методе гидроавтоматической очистки воды от взвешенных наносов, заключающемся, в частности, в освобождении от наносов донного промывного отверстия, освобождение от наносов донного промывного отверстия производят путем подачи воды со взвешенными наносами через промывное отверстие в гибкий промывной трубопровод, с частотой турбулентных пульсаций потока, близкой к частоте собственных колебаний промывного трубопровода, способствуя тем самым проявлению перистальтических (спорадических и попеременных) увеличений и уменьшений поперечного сечения промывного трубопровода, приводящих тем самым к эффективному освобождению (в нижний бьеф) трубопровода от воды с наносами и эффективной гидроавтоматической очистке воды от взвешенных наносов, поступающей в отводящий канал потребителю.

Такое выполнение метода гидроавтоматической очистки воды от взвешенных наносов позволяет, по сравнению с прототипом, во-первых– значительно

упростить техническую реализацию его (исключается необходимость в применении различных технических приспособлений и устройств: промывной шахты с затвором и электродвигателем, компрессора с воздухопроводом и реле времени, датчиков уровня воды с колодцами их размещения, линий связи и пульта управления) и во-вторых, повысить надежность и эффективность упомянутой очистки за счет саморегуляции потоком воды процессов транспортировки промывного потока воды с подавляющей частью взвешенных и мелкофракционными влекомыми наносами в сбросной канал и повысить степень осветления воды, подаваемой по обводному лотку в отводящий канал потребителю.

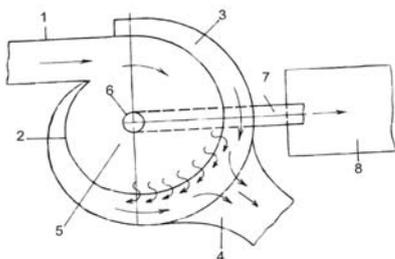
Техническую реализацию метода гидроавтоматической очистки воды от взвешенных наносов осуществляют, например, на наноотвлекающем сооружении типа спиральной камеры (см. рис.), состоящего из подводящего водовода 1, тангенциально сопряженного со спиральной камерой 2, вокруг водопереливной стенки (не обозначена) которой расположен обводной лоток 3, сопряженный с отводящим каналом 4 потребителя, а в дне 5 камеры 2 (в полюсе спирали) устроено донное промывное отверстие 6, с которым состыкован гибкий промывной трубопровод 7, сопряженный со сбросным каналом 8 нижнего бьефа сооружения.

Метод гидроавтоматической очистки воды от взвешенных наносов осуществляют следующим образом: по подводящему водоводу 1 подают в камеру 2 воду со взвешенными наносами всех наличных в ней фракций и мелкими фракциями влекомых наносов, где – в связи с тангенциальным входом в камеру 2 – взвесенесущий поток закручивается. Под совокупным действием сил: центробежных (вращение потока), гравитации (вес воды и наносов) и гидравлического сопротивления (линия: донное промывное отверстие 6 – гибкий промывной трубопровод 7) взвесенесущий поток делят на два потока: основную часть воды с незначительным количеством взвешенных наносов путем водоперелива через борт камеры 2 в обводной лоток 3 подают в отводящий канал 4 потребителю; оставшуюся воду (промывную небольшим расходом) с подавляющей массой взвешенных наносов и мелкими фракциями влекомых наносов направляют по линии: дно 5 спиральной камеры 2 – донное промывное отверстие 6 – гибкий промывной трубопровод 7 в сбросной канал 8.

При прохождении промывным потоком воды с наносами внутри гибкого промывного трубопровода 7 воздействуют турбулентными пульсациями потока на попеременно расположенные участки его, чувствительные к низкочастотной части спектра колебаний. При близости частоты турбулентных пульсаций промывного потока воды с наносами к частоте собственных колебаний указанных участков трубопровода 7 на этих участках возникают околорезонансные явления, т.е. упомянутые участки гибкого

промывного трубопровода 7 приходят в колебательные движения: происходят попеременные и спорадические увеличения – уменьшения поперечного сечения указанных участков, гибкий промывной трубопровод 7 входит в перистальтический режим функционирования, что способствует эффективному освобождению его от промывной воды с наносами в сбросной канал 8.

В связи с наличием обратной гидравлической связи между нижним и верхним бьефами сооружения, увеличение эффективности освобождения донного промывного отверстия 6 и гибкого промывного трубопровода 7 от промывной воды небольшого расхода с подавляющей частью взвешенных наносов и мелкими фракциями влекомых наносов в сбросной канал 8 сопровождается повышением степени осветления основной части воды, которую с незначительным количеством взвешенных наносов подают по обводному лотку 3 в отводящий канал 4 потребителю.



**Рис.** Схема реализации метода гидроавтоматической очистки воды от взвешенных наносов.

**Вывод.** Предложен метод гидроавтоматической очистки воды от взвешенных наносов, экономическая эффективность которого заключается в повышении надежности и эффективности процесса указанной очистки за счет проявления элементов самоорганизации упомянутого процесса.

Метод подтвержден положительным решением о выдаче патента КР [6].

#### Литература:

1. Перистальтический насос // Патент РФ, F04B43/12, 27.12.2006
2. Патент РФ №2109104, E02B8/02, E02B8/06, E02B9/04.– 20.04.1998
3. М.А. Великанов. Динамика русловых потоков // Т.2. Наносы и русло.– М.: Гос. издат. техн.-теор. лит., 1955.–323 с.
4. Некоторые вопросы прикладной акустики. Ультразвук. Гидроакустика //Сб. ст. под ред. И.Дж. Ричардсона, пер. с англ.–М.: Воениздат МО СССР, 1962.– 368 с.
5. Пресняков К.А. Эксперимент в сравнении с концепцией работы взвешивания (по М.А. Великанову). Часть II: Следствия. Обсуждение результатов. Выводы// Проблемы автоматики и управления.– Бишкек: Илим, 2001.–С. 150-158.
6. Способ гидроавтоматической очистки воды от взвешенных наносов // Полож. решение о выдаче патента КР.– Б.: Кыргызпатент, №02/3210, 15.11.2013.

Рецензент: д.т.н. Брякин И.В.