

ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ САМООЧИСТКИ ВСАСЫВАЮЩИХ ТРУБОПРОВОДОВ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ ОТ ЗАИЛЕНИЯ

Игорь Головки*, Роман Захаров**

*Сакское межрайонное управление водного хозяйства

**Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Адрес: Украина, 95493, г. Симферополь, ул. Киевская, 181. e-mail: www.napks.edu.ua

Аннотация: Представлен метод самоочистки всасывающих трубопроводов насосных станций при помощи устройства создающего турбулентный поток при стенках всасывающего трубопровода.

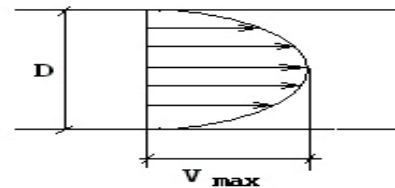
Ключевые слова: заилиние; турбулентность; всасывающий трубопровод; аванкамера; насосная станция.

ВВЕДЕНИЕ

Водозаборное сооружение - ответственный элемент узла сооружений насосной станции, особенно при водозаборе из открытых источников. Конструкция и оборудование водозаборного устройства должны обеспечивать нормальный режим работы и удобство эксплуатации насосной станции. В результате смены собственников значительного количества площадей изменились режимы работы оросительных систем. Все оросительные комплексы, введенные в эксплуатацию в конце XX века, были рассчитаны на работу широкозахватной техники. Каждая насосная станция обеспечивала работу одновременно нескольких дождевалов машин, причем расположенных на разных севооборотных участках. Весь гидравлический расчет узла сооружений насосной станции основывался на обеспечении требуемых расходов воды на орошение при максимальном использовании пахотных площадей. Работа насосных станций планировалась на режим одновременной работы нескольких насосных агрегатов. В течение последних 20 лет по тем или иным причинам произошел спад сельскохозяйственного производства. Большинство орошаемых ранее земель не используется, на смену крупному товаропроизводителю (колхозам, совхозам) пришел мелкий «частник» (личные подсобные хозяйства, фермеры). Изменился и режим использования орошаемых земель, севообороты были распаеваны и переданы в частные руки, в результате чего орошаемые земли стали использоваться без соблюдения ранее созданных севооборотных участков. Уменьшилась и потребность в орошении у многих новых собственников орошаемых земель. Режим работы насосных станций изменился, объемы перекачиваемой воды уменьшились. В результате длительной эксплуатации насосных станций в режимах, на которые они первоначально не рассчитывались (работа единичными агрегатами на малых расходах), происходит заилиние всасывающих трубопроводов. В настоящее время на некоторых насосных станциях всасывающие линии заилены до 30% живого сечения трубопровода, что мешает нормальной эксплуатации насосных станций и способствует заилению аванкамер.

ЦЕЛЬ

Явление заилиния возникает из-за ламинарного движения воды во всасывающем трубопроводе (равномерное движение воды, при котором наибольшая скорость потока по оси трубопровода, а при приближении к стенкам трубопровода эпюра скоростей стремиться к нулю). Ламинарный режим при низких скоростях способствует тому, что скорость при стенках трубопровода меньше минимальной допустимой незаиляющей скорости, в связи с чем происходит заилиние (рис. 1) [1, 9].



D — диаметр трубопровода

V_{max} — максимальная скорость

Рис.1 Эпюра распределения скоростей в трубопроводе при ламинарном потоке

Fig. 1 The schedule of distribution of speeds in the pipeline at a

Решение существующей проблемы состоит из двух этапов:

1. Очистка трубопровода от уже существующих наносов.
2. Создание в потоке условий, не допускающих заилиние трубопроводов.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ ПРЯМАЯ ПРОМЫВКА

Для очистки всасывающих трубопроводов необходимо в сам трубопровод поместить конструкцию, которая создает турбулентность в потоке воды, и способствует возникновению скоростей струи в зоне заилиния (пристеночной) равными или более максимально допустимой неразмывающей скорости $1 \leq V_{пр} \leq 2,5$ м/с [2, 4]. Для выполнения данной задачи предлагается конструкция, перераспределяющая скорости в струях потока и создающая турбулентность в слое потока, наиболее подверженном заилинию (рис. 2).

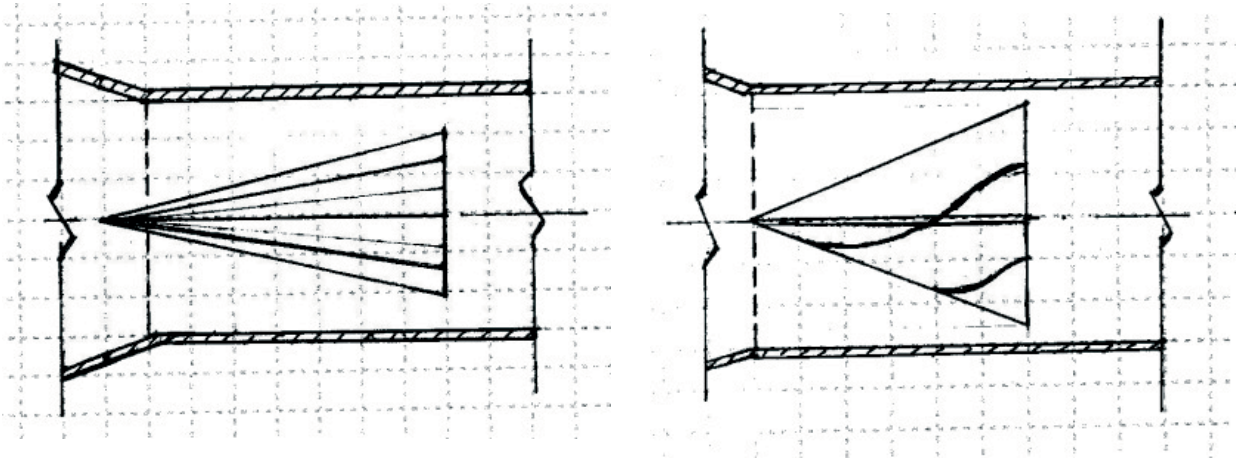


Рис.2 Принципиальная схема размещения конструкции в трубопроводе
 Fig. 2 the Basic circuit of accommodation of a design in the pipeline

Конструкция помещается во всасывающий трубопровод и находится непосредственно в нем, что исключает попадание воздуха в поток. Значительная протяженность всасывающих трубопроводов и их конструкция позволяет стабилизировать поток воды на подходе к насосу, что в свою очередь исключит возможность образования кавитационных процессов в насосной камере [5, 10]. Промывка всасывающего трубопровода осуществляется в следующем порядке: включается макси-

мальное количество насосных агрегатов, всасывающие трубопроводы работают полным расчетным сечением, а прошедшая через насосно-силовой агрегат вода сбрасывается обратно в открытый источник. Сбросные трубопроводы имеются на всех насосных станциях. Конструкция приспособления выполнена из расчета создания максимального количества турбулентных потоков (рис. 4).

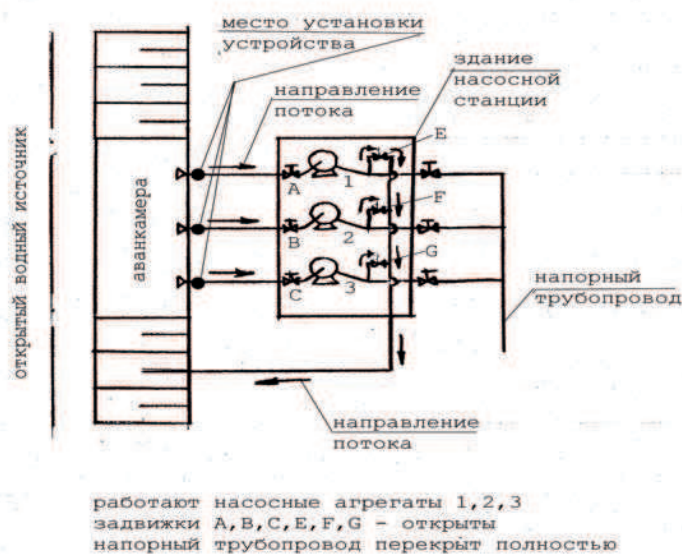


Рис.3 Схема работы насосной станции при прямой промывке всасывающих трубопроводов
 Fig. 3 the Circuit of work of pump station at direct washing soaking up pipelines

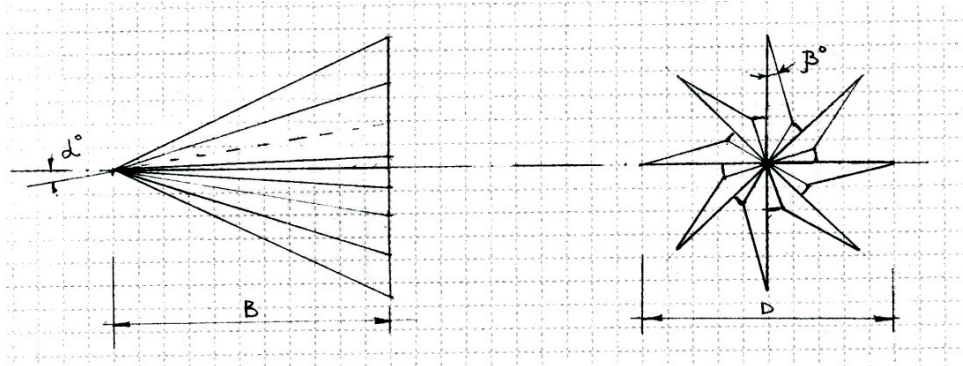


Рис.4 Схема конструкции создающей турбулентный поток для очистки трубопровода от илистых отложений
 Fig. 4 the Circuit of a design creating a turbulent stream for clearing the pipeline of oozy adjournment

Диаметр конструкции находится в зависимости от линейных размеров очищаемого трубопровода:

$$D = 0,75 \cdot d \text{ (м)} \quad (1)$$

где d – диаметр трубопровода.

Угол атаки α устройства наиболее эффективен в пределах $15^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$.

Угол атаки лопастей β зависит от заиленности очищаемого трубопровода. Чем больше наносов в трубопроводе и чем более плотный их механический состав, тем больше угол атаки лопастей и их количество. Рекомендуемое количество лопастей 9

шт. Угол атаки должен располагаться в диапазоне $5^\circ \leq \beta \leq 30^\circ$.

Варианты конструкций применимы как к горизонтальным, так и наклонным водозаборам.

Приспособление устанавливается как на жестком креплении (рис. 5), так и на креплении свободного вращения (рис. 6). Жесткое крепление применяется для создания более возмущенного потока для очистки от уплотненных отложений, крепление свободного вращения – для очистки от легких наносов и наклонных трубопроводов.

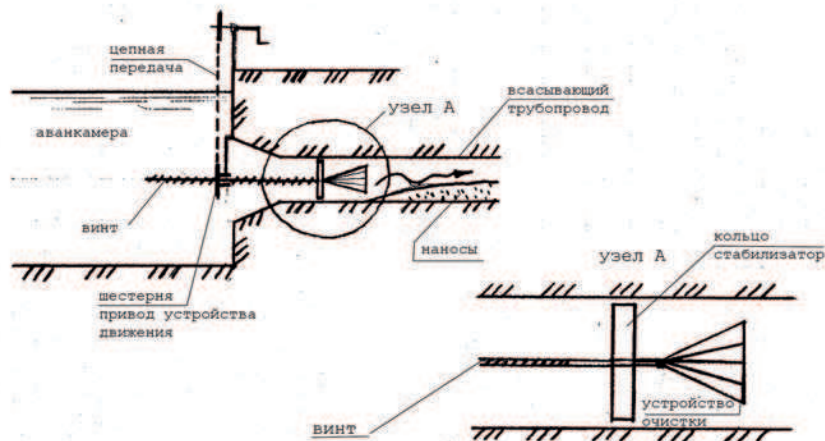


Рис.5 Жесткое крепление устройства
 Fig. 5 Rigid fastening of the device oozy adjournment

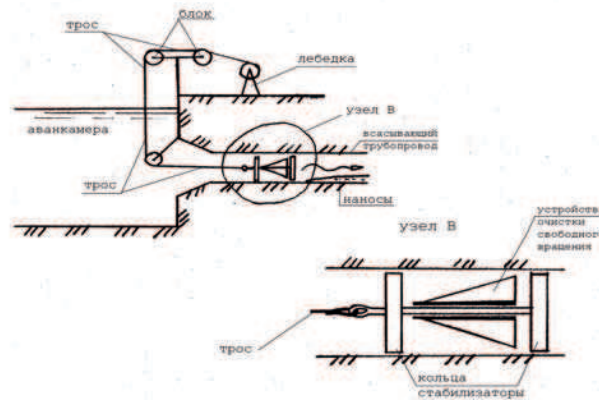


Рис.6 Крепление свободного вращения
Fig. 6 Fastening of free rotation

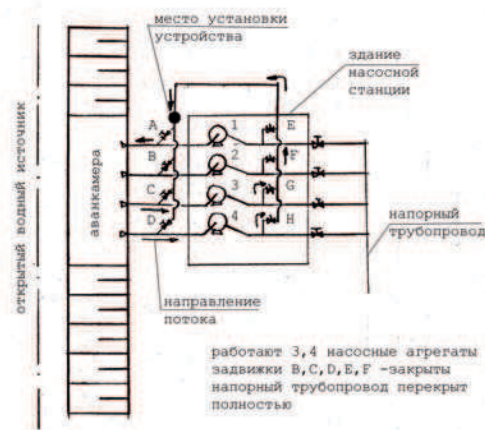


Рис.7 Схема работы насосной станции при обратной промывке всасывающих трубопроводов
Fig. 7 the Circuit of work of pump station at return washing soaking up pipelines

ОБРАТНАЯ ПРОМЫВКА

Одним из вариантов освобождения всасывающих трубопроводов от наносов, также предлагается обратная промывка трубопроводов кратковременным (на время необходимое для освобождения от наносов) турбулентным потоком большого расхода. Промывка осуществляется при помощи монтируемого обратного трубопровода (рис. 7), на выходе из которого, непосредственно в трубе, стацио-

нарно устанавливается устройство возмущения потока (рис. 8).

При одновременном включении максимального количества насосно-силовых агрегатов открывается запорно-регулирующая арматура обратного трубопровода и поток максимального расхода направляется через конструкцию возмущения потока обратно через всасывающие трубопроводы неработающей группы насосов (рис. 7). Наносы через аванкамеру выносятся обратно в открытое русло водоисточника.

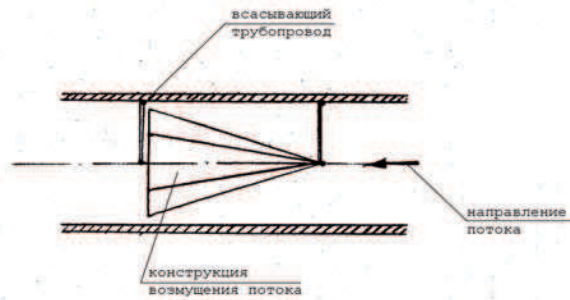


Рис.8 Схема установки конструкции возмущения потока в трубопровод обратной промывки
 Fig. 8 the Circuit of installation of a design of indignation of a stream in the pipeline of return washing

ПРОФИЛАКТИКА ОБРАЗОВАНИЯ НАНОСОВ

Для предупреждения заиливания всасывающих трубопроводов необходимо в сам трубопровод, после его очистки, поместить конструкцию которая создает турбулентность в потоке воды и препятствует возникновению скоростей струй меньше минимальной допускаемой незаиливающей скорости $V_{\min} \geq 0,8 \div 1,0$ м/с [4, 9]. Предлагаемая конструкция не перераспределяет основных потоков во всасывающем трубопроводе, а только поддерживает турбулентный режим в пристеночной зоне, в отличии от конструкции приспособления для очистки, и создает гораздо меньшее сопротивление потока (меньшие потери напора) (рис.9).

Диаметр конструкции принимается по формуле (1). Угол атаки должен находиться в диапазоне $0^\circ \leq \alpha_1 \leq 10^\circ$. Линейные размеры А и В зависят от конструкции всасывающего трубопровода и находятся в зависимости $0,8 \cdot B \leq A \leq B$. Длина устройства

$$B = 2 \cdot D \quad (м). \quad (2)$$

Устройство устанавливается в трубопровод стационарно, например, при помощи электросварки (рис. 10).

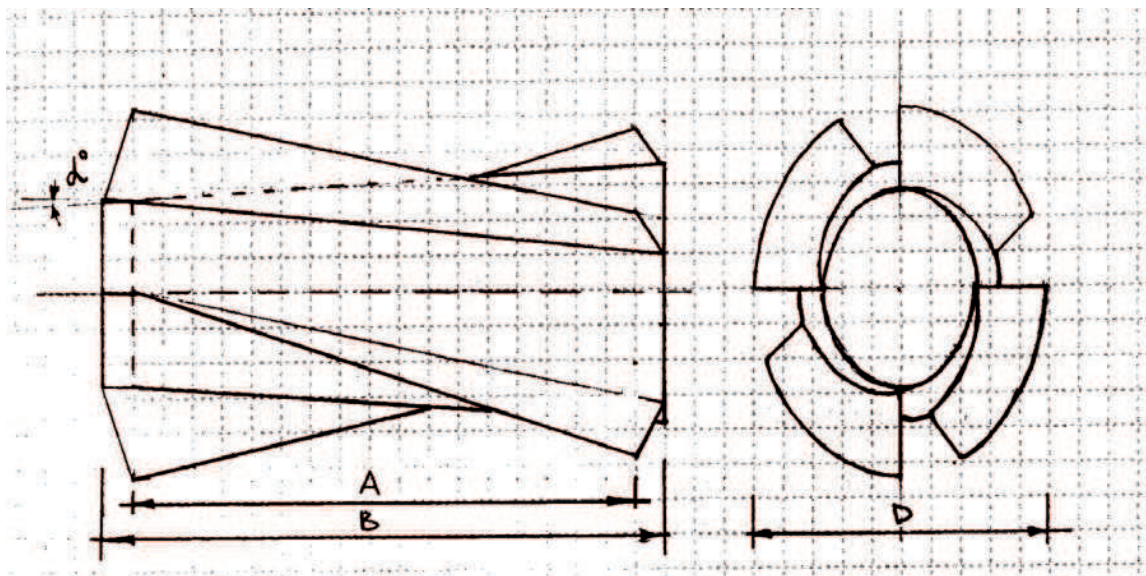


Рис.9 Схема конструкции создающей турбулентный поток в пристеночной области трубопровода для предотвращения заиливания
 Fig. 9 the Circuit of a design creating a turbulent stream in wall areas of the pipeline for prevention silt



Рис.10 Схема установки устройства во всасывающий трубопровод
Fig. 10 the Circuit of installation of the device in soaking up pipeline



Рис.11 Очистка аванкамеры от наносов
Fig. 11 Clearing from deposits

При больших длинах всасывающих трубопроводов рекомендуется установка нескольких конструкций, расстояние L между которыми должно удовлетворять следующему условию

$$5 \cdot D \leq L \leq 10 \cdot D \quad (\text{м}). \quad (3)$$

При линейных размерах L меньше $5 \cdot D$ и больше $10 \cdot D$ установка дополнительной конструкции возмущения потока неэффективно, в связи с тем, что при расстоянии менее приведенного условия (3) существует устойчивый турбулентный поток, а во втором случае – ламинарный (возможно оседание донных отложений между установленными конструкциями) [3].

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

Ежегодная очистка аванкамер и всасывающих трубопроводов от наносов требует значительных как материальных, так и людских ресурсов,

также эта работа занимает много времени. Большая протяженность открытой сети и расположенными на ней, а также большие объемы земляных работ делают работы по очистке аванкамер и всасывающих трубопроводов одними из основных в подготовке оросительных систем к поливному сезону [6, 7](рис. 11).

Исходя из многолетних работ по очистке аванкамер насосных станций и всасывающих трубопроводов, на примере Сакской оросительной системы (АР Крым), стоимость очистки 1 м^3 наносов колеблется в диапазоне от 80 грн до 160 грн, средняя 120 грн/м^3 . Стоимость очистки предложенным методом, установкой конструкции возмущения потока для самоочистки, состоит только из затрат на электроэнергию, необходимую для работы насосно-силового оборудования на период работ по очистке. По предварительным данным насыщенность воды илами и наносами при работах по очистке составляет до 10 кг/м^3 , т.е. для очистки 1 м^3 необходимо пе-

рекачать 100 м³ воды. Средние затраты электроэнергии, по данным технических характеристик насосного оборудования [2, 8], составляет в среднем 0,5 кВт·ч/м³. Стоимость очистки 1 м³ предложенным способом соответствует стоимости 50 кВт·ч - 49 грн/м³. (по состоянию на 01.01.2012 г.). Также следует отметить, что работы по очистке проводятся единовременно при дальнейшей установке стационарной конструкции во всасывающий трубопровод.

ВЫВОДЫ

При использовании вышеуказанной технологии самоочистки всасывающих трубопроводов насосных станций, эксплуатационные организации смогут экономить значительные средства, ранее затрачиваемые на работы по механизированной очистке.

Экономленные средства возможно направить на проведение работ по содержанию и ремонту оросительных систем и сооружений на них, а также внедрять новые технологии направленные на увеличении надежности всего мелиоративного комплекса, что благотворно скажется на всей экологической обстановке отрасли в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Большаков В., 1977.: Справочник по гидравлике. – К.: Вища школа. – 280.
2. Рычагов В., 1975.: Насосы и насосные станции. - М.: Колос. – 416.
3. Степанов П., 1984.: Справочник по гидравлике для мелиораторов. - М.: Колос. – 207.
4. Аверьянов С., 1973.: Оросительные мелиорации. – М.: Колос. – 191.
5. Грабовский А., Иванов К., Пущенко Я., 1971.: Регулирование подачи насосов впуском воздуха во всасывающий патрубок// Водоснабжение и санитарная техника. – № 8, 14 – 15.
6. Совершенствование способов очистки мелиоративных водоемов эжекторно-землесосными снарядами, 2007.: Дис... канд. техн. н./Уржумов Д.В. – Новочеркасск. – 142.
7. Совершенствование технологии и средств очистки каналов от наносов одноковшовыми гидравлическими экскаваторами, 2002.: Дис... канд. техн. н./ Кабанов О.В. - Саратов. – 157.

8. Лабораторный курс гидравлики, насосов и гидропередат: учеб. Пособие., 1974.: / Под ред. С.С. Руднева и др. - М.: Машиностроение. - 416

9. Чугаев Р., 1970.: Гидравлика. - Л.: Энергия. -256.

10. Идельчик И., 1992.: Справочник по гидросопротивлениям. – М.: Машиностроение. - 564.

11. Пособие к СНиП 2.04.02-84., 1990.: Проектирование сооружений для забора поверхностных вод. – М.: Стройиздат. - 220.

12. ВСН 33-2.2.12-87., 1988.: Насосные станции. Нормы проектирования. - М.: Минводхоз СССР. - 162.

13. СНиП 2.06.01-86. Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования. – М.: Стройиздат. - 124.

14. Кононенко А., Карпушин М., 2010.: Рабочий режим и особенности формирования подачи эрлифта в условиях переменных притоков гидросмесей// MOTROL. – №12С, 300 – 309.

15. Волынкина Т., Слободянюк В., 2002.: К вопросу описания турбулентных потоков в трубе// Вестник КРСУ. – Вып. 2, 42 - 48.

16. СНиП 2.06.03-85, 1986.: Мелиоративные системы и сооружения. - М.: Минводхоз СССР. – 184.

17. Михайлова Н., 1966.: Перенос твердых частиц турбулентными потоками воды. - Л.: Гидрометеоздат. - 234.

18. Данелия И., 1964.: Водозаборные сооружения на реках с обильными донными наносами. - М.: Колос. - 330.

19. Киселев П., 1961.: Справочник по гидравлическим расчетам. - М.-Л.: Госэнергоиздат. - 350.

20. Шаров И., 1959.: Эксплуатация гидро-мелиоративных систем. - М.: . Сельхозгиз. - 505.

THE ADAPTATION FOR SELF-CLEANING SOAKING UP PIPELINES OF PUMP STATIONS FROM SILT

Summary. the method of self-cleaning of soaking up pipelines of pump stations Is submitted by means of the device creating a turbulent stream at walls of the soaking up pipeline.

Key words: заиление; turbulence; the soaking up pipeline; pump station.