

А.Ф.АВДОНЬКИН, канд. техн. наук (БПИ),
Л.М.ФИЛИППОВ (БелГипроводхоз)

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНУСНОГО ФИЛЬТРА ДЛЯ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ

В настоящее время на насосных оросительных станциях, подающих воду в дождевальные машины типа "Фрегат", "Волжанка", для очистки ее от механических загрязнений начинают использоваться конусные сетчатые струереактивные фильтры. Фильтр устанавливается на всасывающей трубе и состоит из заключенной в цилиндрический корпус конической сетки и расположенного внутри сетки очистного приспособления. Последнее включает полый вал, на котором параллельно боковым сторонам сетки закреплены распределительные трубы, обращенные отверстиями к внутренней поверхности сетки. Вал вращается за счет реактивной силы, действующей на распределительные трубы во время истечения из отверстий струй воды, промывающих сетку. Вершина сетки направлена навстречу потоку воды, текущей по всасывающей трубе. Между цилиндрическим корпусом и основанием сетки имеется кольцевая зона. Против нее на корпусе закреплен патрубков для вывода сора, смытого с сетки. Сор отводится струйным насосом с кольцевым соплом по напорному трубопроводу в водоисточник или на шламовую площадку. Сетка обычно изготавливается из сетчатого полотна (размер ячеек 2 x 2 мм). Пропускная способность фильтра достигает $1,5 \text{ м}^3/\text{с}$.

Основными достоинствами конусного фильтра являются простота и компактность конструкции, низкая стоимость изготовления, независимость работы от гидрологических особенностей водоисточника, небольшой расход воды на очистку сетки, низкое гидравлическое сопротивление [1, 2].

Однако этот фильтр имеет и существенные недостатки. Один из них заключается в том, что сор, попавший в кольцевое пространство, медленно выводится из него и накапливается в недопустимых количествах, вызывая нарушения работы и снижая надежность устройства. К другим ограничениям следует отнести невозможность визуального контроля за работой и состоянием фильтра, а также осуществления ремонта без демонтажа.

Все это определило необходимость создания конусного фильтра усовершенствованной конструкции (рис. 1). Основные его узлы: сетка, очистное приспособление, расположенное внутри сетки по ее оси, струйный насос с кольцевым соплом и соротводящий канал.

В отличие от существующих аналогичных конструкций, струйный насос в этом фильтре располагается против вершины сетки и связан с корпусом фильтра посредством раздвижных кронштейнов; распределительные трубы очистного приспособления снабжены насадками, установленными под острым углом к образующей сетки фильтра; вращение очистного приспособления обеспечивается гидродвигателем с регулируемой скоростью вращения. Конструкция струйного насоса позволяет достичь оптимального режима работы.

Фильтр присоединяется к концу всасывающего трубопровода (рис. 2) (например, передвижной насосной станции СНП 50/80) и опускается в воду

при помощи лебедки, которая монтируется на шасси станции. Во время работы станции вода проходит через фильтр, поступает во всасывающий трубопровод, получает в насосе необходимый запас энергии и направляется в напорный трубопровод, который подает воду различным потребителям (например, в дождевальную установку). Часть воды из напорного трубопровода по гибким шлангам подается соответственно в гидродвигатель, очистное приспособление и струйный насос. Шланги оснащены вентилями, которые позволяют регулировать расход воды и давление в упомянутых узлах, а также общим электромагнитным клапаном, предназначенным для прекращения подачи воды в перечисленные узлы.

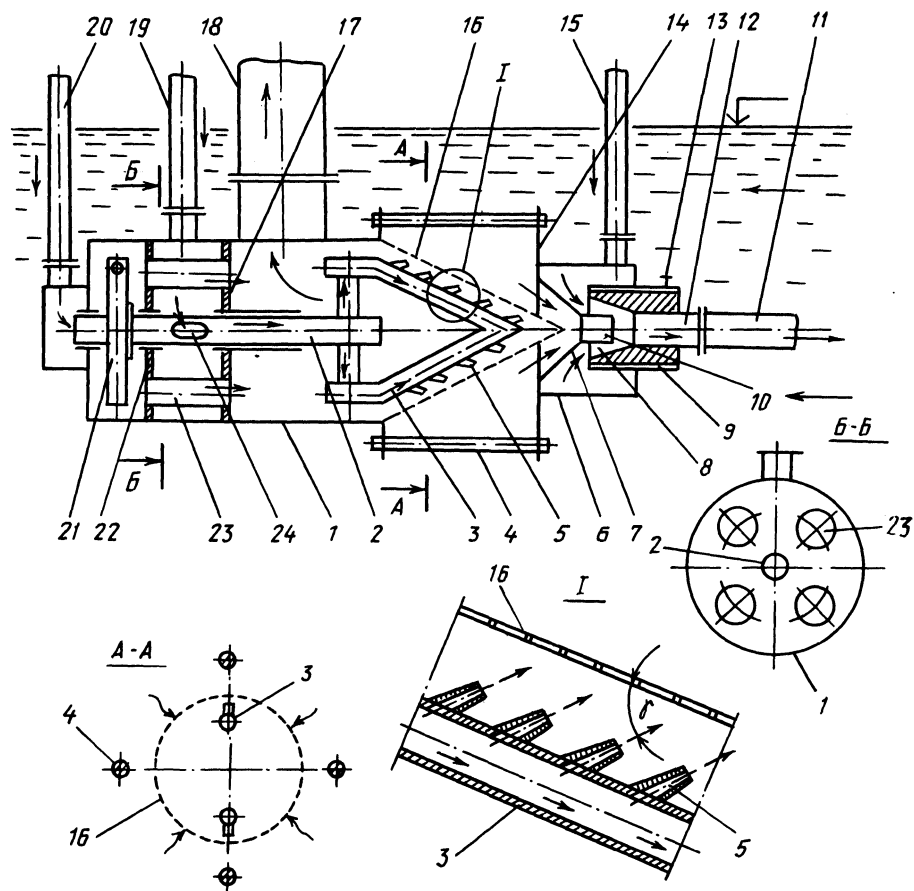


Рис. 1. Принципиальная схема конусного фильтра:

1 — корпус фильтра; 2 — полный вал; 3 — распределительные трубы; 4 — раздвижной кронштейн; 5 — насадок; 6 — корпус струйного насоса; 7 — приемная воронка; 8 — кольцевое сопло; 9 — направляющая; 10 — всасывающий патрубок; 11 — канал для отвода сора; 12 — камера смешения; 13 — винт; 14 — экран; 15, 19, 20 — шланги; 16 — сетка; 17 — перегородка; 18 — всасывающая труба; 21 — турбина гидродвигателя; 22 — перегородка; 23 — переточный канал; 24 — отверстие.

Частицы сора (листья, водоросли и т.п.), присутствующие в воде, задерживаются сеткой, напором воды прижимаются к ней и уменьшают площадь живого сечения. Восстановление пропускной способности сетки обеспечивается промывкой сетки струями воды, вытекающими под необходимым напором и с необходимой скоростью из насадков. Подача воды в очистное устройство и струйный насос производится периодически, по мере засорения сетки. Функцию контрольного устройства способно выполнять реле давления, устанавливаемое в полости корпуса фильтра. При уменьшении пропускной способности сетки давление внутри корпуса фильтра снижается и реле давления посылает электрический сигнал на электромагнитный клапан, обеспечивая его открытие.

Поскольку насадки установлены под острым углом к образующей сетки, струи воды не только смывают сор с нее, но и перемещают его в сторону вершины сетки, а затем в приемную воронку струйного насоса. Последний перекачивает сор в сторону от зоны водозабора. После восстановления пропускной способности сетки реле давления обеспечивает закрытие электромагнитного клапана и в результате — прекращение подачи воды в очистное устройство и струйный насос. В случае отсутствия реле давления при большой концентрации сора в воде водоема подача воды в очистное устройство и струйный насос производится непрерывно.

Описанный способ обеспечивает эффективную очистку сетки при минимальных расходах воды, что обуславливается рядом оптимальных геометрических и режимных параметров: расходом воды через распределительные трубы; расстоянием между концом насадка и сеткой; углом наклона насадка к

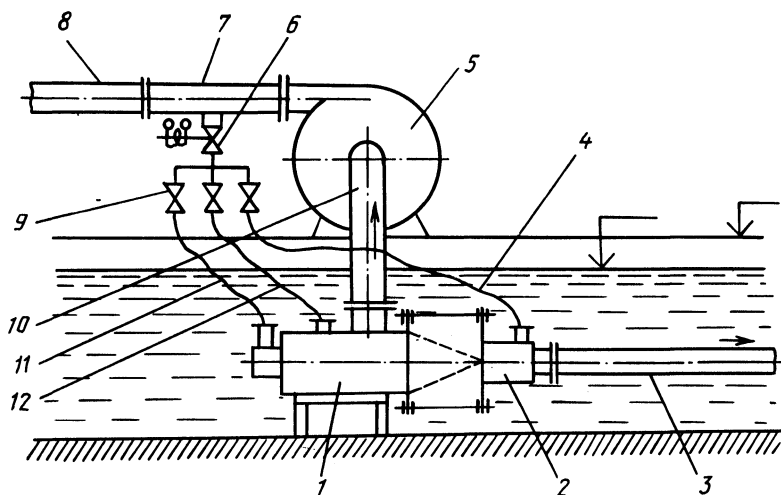


Рис. 2. Насосная установка с конусным фильтром:

- 1 — фильтр; 2 — струйный насос с кольцевым соплом; 3 — канал для отвода сора; 4, 11, 12 — гибкие шланги; 5 — насос; 6 — электромагнитный клапан; 7 — тройник; 8 — напорный трубопровод; 9 — задвижка; 10 — всасывающий трубопровод.

сетке; скоростью движения распределительных труб относительно сетки; расходом воды через всасывающий патрубок струйного насоса и др.

Проверка работоспособности фильтра и определение его основных характеристик осуществлялись на опытной модели со следующими геометрическими размерами: внутренний диаметр корпуса $D = 0,3$ м; диаметр сетки у основания $D_c = 0,3$ м; длина сетки $L = 0,362$ м, угол ее при вершине $\alpha = 45^\circ$, размер ячеек $(2 \times 2) \cdot 10^{-3}$ м; коэффициент живого сечения $K = 0,64$, площадь сетки $F = 0,183$ м²; внутренний диаметр канала для отвода сора $d_0 = 0,042$ м; количество распределительных труб $n = 4-6$ насадков — $m = 36$; диаметр сопла насадка $d = 1,8 \cdot 10^{-3}$ м; шаг между насадками $t = 0,01-0,02$ м; расстояние между концом насадка и сеткой $s = 0,01-0,015$ м; угол между насадком и сеткой $\gamma = 30^\circ - 60^\circ$.

Режимные параметры устройства в течение опытов изменялись в пределах:

Q_c — расход воды через сетку, равный $(6,7 \div 40,5) \cdot 10^{-3}$ м³/с; q_n — суммарный расход воды через насадки; $(0,65 \div 2,15) \cdot 10^{-3}$ м³/с; P — давление воды внутри распределительных труб и полости гидродвигателя: $(10^5 \div 1,5) \cdot 10^5$ Па; q_0 — расход воды через сороотвод; $(1,9 \div 4,7) \cdot 10^{-3}$ м³/с; q_r — расход воды через гидродвигатель: $(0,4 \div 1,05) \cdot 10^{-3}$ м³/с; v_n — максимальная скорость движения конца насадка относительно сетки: $0,35 \div 0,7$ м/с; $T = 0,68 \div 0,34$ с, где $T = 2\pi/n\omega$; v_c — средняя скорость струй на выходе из насадки: $8,73 \div 10,48$; v_m — максимальная скорость струй в местах контакта с сеткой: $3,75 \div 4,10$ м/с; ω — угловая скорость вращения вала очистного устройства, рад/с.

Максимальное время очистки сетки, площадь которой засорилась на 25 %, не превышало 10–80 с. Обеспечивался устойчивый отвод листьев площадью до 15,0 см² и стеблей трав длиной до 20–25 см. Сор, подведенный струями воды к приемной воронке струйного насоса, втягивался во всасывающий патрубок и отводился за пределы зоны расположения сетки. Скопления сора в приемной воронке или засорения сороотводящего трубопровода не наблюдались.

Максимальная эффективность работы очистного приспособления и сороотводящей системы имела место при следующих параметрах: $q_n/Q_c = 2,0-2,8$ %; $q_r/Q_c = 1,0-1,45$ %; $q_0/Q_c = 2,5-3,0$ %; $P = 1,5 \cdot 10^5$ Па; $n = 4$; $\gamma = 45^\circ$; $t = 0,02$ м; $s = 0,015$ м; $v_n = 0,35$ м/с; $T = 0,67$ с.

Значения параметров v_c и v_m соответствуют рекомендациям [3,4].

Гидравлические исследования позволили установить: разработанный фильтр имеет высокую надежность. Конструкция фильтра позволяет визуально проследить за его работой и состоянием, а также вовремя заметить и устранить возникающие неполадки. Поскольку фильтр закрепляется на конце всасывающей трубы, его монтаж и демонтаж не представляют сложности. В случае необходимости фильтр может выполнять и рыбозащитную функцию. Пропускная способность разработанного фильтра способна достигать 1,5–3,0 м³/с.

ЛИТЕРАТУРА

1. Назаров Т.Н., Солодкий А.Д. Гидравлические исследования конусного струереактивного фильтра. — Гидравлика и гидротехника. Киев, 1979, вып. 27. — 125 с.
2. Назаров Т.Н., Солодкий А.Ф. Исследование работы конусных сетчатых струереактивных фильтров. — В кн.: Сельскохозяйственное водоснабжение. Новочеркасск, 1979. — 121 с.
3. Опыт применения рыбовозащитных сооружений и конструкций на ирригационных насосных станциях. — М., 1967. — 62 с.
4. Рекомендации по проектированию рыбовозащитных устройств на водозаборах мелиоративных систем. — М., 1963. — 58 с.

УДК 626.8.002.5

М.А.ПОТАПЧИК, канд. техн. наук
(БелНИИМивХ)

ИЗМЕНЕНИЕ ГОДОВОЙ ВЫРАБОТКИ МЕЛИОРАТИВНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКА ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Технико-экономические показатели использования машин зависят от многих факторов. Большинство нормообразующих факторов (нагрузка или объем работ, приходящийся на машину, организационно-технический уровень эксплуатации, обслуживания и ремонта), отражающих эксплуатационные свойства и закономерности старения машин, изменяются во времени. Эти изменения замедляют или ускоряют процесс изнашивания машин, что, соответственно, сказывается на показателях их использования. В этой связи периодически необходимо уточнять годовую выработку мелиоративно-строительных машин в зависимости от степени их износа.

В мелиоративно-строительных организациях БССР в настоящее время ведется сбор, обработка и анализ исходной информации о выработке и загрузке землеройных и мелиоративных машин. Полученные статистические данные тщательно анализируются. Перед математической обработкой статистической информации проверяется достоверность данных, резко отличающихся от средних показателей.

Закономерность изменения годовой загрузки и выработки машин в процессе их эксплуатации изучены для одноковшовых (390) и многоковшовых (135) экскаваторов, бульдозеров (395), корчевателей (230) всех возрастных групп, имеющихся в мелиоративно-строительных организациях БССР. Сравнительно небольшой срок наблюдений (1979—1982 гг.) дает, однако, возможность получить исходные данные по использованию машин при относительно стабильных нормообразующих факторах. Количество машин в каждой возрастной группе не менее 20.

Анализ показывает, что с увеличением срока эксплуатации машин годовая выработка и загрузка их постепенно уменьшаются (рис. 1). Основная причина — постепенное нарастание износа машин и снижение коэффициента технической готовности. С каждым годом эксплуатации увеличиваются простои машин по техническим неисправностям, возрастают количество и сложность ремонтов.