

УДК 62-229.32

З.Л. Финкельштейн, д-р техн. наук

Н.З. Бойко, канд. техн. наук

Донбасский государственный технический университет, г. Алчевск,

З. Васылечко, магистр-инженер I.T.S

Катовицы, Польша

## ОПЫТ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ ЗА СЧЕТ РЕЦИРКУЛЯЦИИ ЧАСТИ ЖИДКОСТИ

*Розглянуто схеми очищення рідин у всмоктуючій магістралі відцентрового насоса, у якій частина рідини з лінії нагнітання через струминний насос подається у лінію всмоктування, в якій вище по руху рідини розташований гідродинамічний фільтр тонкого очищення. Наведено результати тонкого очищення цієї системи.*

*The charts of fluid cleaning are considered in the suction line of centrifugal pump, in which part of liquid from the pressure line through a stream pump gets to the line of suction, in which higher of flow the hydrodynamic filter of the thin cleaning is located. The results of the thin cleaning of this system are presented.*

### Состояние вопроса

Центробежные насосы составляют энергетическую основу многих отраслей промышленности и основную составляющую выпуска гидравлического оборудования. Проблему водоснабжения, транспортировки больших объемов жидкости, добычи жидких полезных ископаемых и пр. невозможно решать без повышения надежности и долговечности этих насосов. Известно, что при перекачке жидкостей с большим количеством абразивных частиц срок службы динамических насосов составляет 1.5–2.0 года вместо 15 лет, предусмотренных технической документацией. В некоторых случаях через 2–3 месяца изнашивание распределительных и уплотнительных поверхностей достигает уровня, не допускающего дальнейшую эксплуатацию при допустимых энергетических потерях.

Объясняется это невозможностью подать в насос жидкость с весьма тонкой очисткой, как это делается в объемных насосах. Как правило, допускаемая тонкость очистки жидкости, подаваемой центробежными насосами, 0,5 мм в то время, как для объемных машин общего машиностроения на уровне 0,025 мм. Если принять, что изнашивание имеет степенную зависимость от крупности частиц [1], то объем снятого материала при прочих равных условиях в первом случае в десятки раз больше.

В то же время очищать жидкость в линии всасывания центробежных насосов невозможно, поскольку в этой линии создается вакуум, предельная величина которой ~10 м, а с учетом потерь на энергию сопротивления движению кавитационный запас находится на уровне 6–8 м. Традиционные фильтры требуют перепада давления на уровне 0,20 МПа. Создание и применение гидравлических фильтров, требующих перепад давления на уровне 0,02 МПа, позволило решить задачу очистки жидкостей в линии всасывания перед подачей ее в центробежный насос, тем самым защищая насос от изнашивания и снимая заботу об очистке жидкости в линии нагнетания.

### Основная часть

На рис. 1 показана принципиальная гидравлическая схема очистки жидкости во всасывающей линии насоса [2].

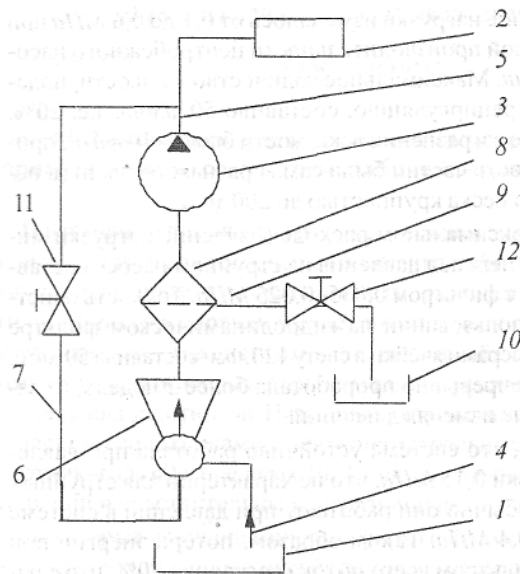


Рис. 1. Принципиальная схема очистки жидкости во всасывающей линии насоса.

Насос 3 перекачивает жидкость из емкости 1 потребителю 2, создавая разрежение во всасывающем трубопроводе 4 и избыточное давление в трубопроводе 5. Струй-

ный насос 6, установленный на байпасной линии 7, подпитывая жидкость из емкости 1, повышает давление на подаче жидкости в фильтр тонкой очистки 8, повышая при этом антикавитационные качества насоса 3 и компенсируя потери давления при самоочистке гидродинамического фильтра 8. Отделяемые этим фильтром твердые частицы сбрасываются по линии 9 в бункер 10. Вентилем 11 и 12 регулируются параметры потока в трубопроводах 7 и 9, оптимизируя работу всех элементов системы. При всех достоинствах описанной схемы ее спорной частью являются затраты энергии на работу струйного насоса и невозможность применения гидродинамических фильтров традиционной конструкции. Дело в том, что обычные фильтры сбрасывают из системы часть жидкости с отделенными загрязняющими частицами. Следовательно, в линии всасывания не только не должно быть вакуума, но и должно быть избыточное давление большее, чем перепад давления на фильтре. Это требование существенно увеличивает энергетические потери на струйном насосе.

ДонГТУ и фирмой I.T.S. в г. Катовицы – правопреемницей фирмы «Herb», с которой в течение многих лет ДонГТУ вел работы по созданию и применению гидродинамических фильтров, были внесены в схему важные изменения. Они позволили отказаться от сброса части потока в бункер 10, а также отделить от жидкости не только частицы более плотные, чем очищаемая жидкость, но и частицы менее плотные. Причем все эти частицы отделяются в виде влажного порошка. Для проверки теоретических предположений фирмой I.T.S. были проведены стендовые испытания указанной схемы.

Давление нагрузки изменялось от 0,1 до 0,6 МПа при номинальной производительности центробежного насоса 240 л/мин. Максимальное количество жидкости, подаваемой на рециркуляцию, составило 50 л/мин, т.е. 20%. Количество загрязнений в жидкости было ~ 10 г/дм<sup>3</sup>, причем крупность частиц была самая разная: от пыли (в основном) до песка крупностью до 200 мкм.

При максимальном расходе (давление нагрузки минимально) перепад давления на струйном насосе составлял вместе с фильтром 0,035–0,025 МПа. Тонкость очистки при использовании на гидродинамическом фильтре сетки с размерами ячейки в свету 120 мкм составила 50 мкм. Система непрерывно проработала более 2 недель, не забываясь и не изменяя давлений.

Важно, что система устойчиво работала при давлении нагрузки 0,15 МПа, что не характерно для струйных насосов. Обычно они работают при давлении в системе не менее 0,4 МПа. Таким образом, потери энергии при очистке фильтром всего потока составили 20%, что с нашей точки зрения свидетельствует о допустимости применения этой схемы при экономической обоснованности. Такое снижение КПД соответствует техническому состоянию насоса через полгода работы на жидкости с абразивными частицами загрязнений даже при их концентрации 0,02%. Благодаря повышению долговечности ра-

боты без изменения технических параметров за продолжительный период работы снижение суммарной подачи не произойдет. Следует указать на то, что отпадает необходимость в очистке жидкости у потребителя (песчаные фильтры, фильтры тонкой очистки и др.), на что тоже необходимо было затрачивать энергию.

Необходимо, однако, отметить, что гидродинамические фильтры надежно работают на проточной воде. В стоячей воде при температуре выше 30°C через 2–3 недели в воде прорастают споры, которые засоряют отверстия в фильтрующей сетке.

Для обеспечения работы гидродинамического фильтра в этих условиях в ДонГТУ была разработана конструкция такого фильтра с встроенными во внутрь электродами. Ток на них подавался по мере роста перепада давления на фильтроэлементе. Возникал импульсный удар и сетчатый фильтроэлемент очищался. При испытании такого фильтра (20 л<sup>3</sup>/ч) загрязненность исходной жидкости составила 110 г/л, то есть фильтр превращался в очиститель.

Как показали расчеты магистра ДонГТУ Г.С. Щелкова, существует диапазон регулирования величины расхода, идущего на рециркуляцию, поскольку появляются после насоса параллельные «потребители», изменяется приведенный коэффициент гидравлического сопротивления и, следовательно, изменяются кривые  $H=f(Q)$ ;  $\eta=f(Q)$ ;  $N_p=f(Q)$ . Может оказаться, что насос будет работать в неоптимальной зоне.

#### Выводы

1. Предложена и экспериментально проверена схема очистки жидкости в линии всасывания центробежных насосов, которая позволяет в несколько раз увеличить срок службы этих насосов и отказаться в большинстве случаев от очистки жидкости, подаваемой потребителю.
2. Целесообразность применения схемы требуется обосновать экономическими расчетами, сравнивая затраты на рециркуляцию с уменьшением затрат на ремонт и замену насосов, а также на создание и обслуживание очистителей после насоса.
3. Требуется провести стендовые испытания и расчеты с тем, чтобы определить допустимый диапазон глубины рециркуляции с точки зрения изменения при этом внешних характеристик насоса.

#### Литература

1. Пашенко, В.Л. Критерии и методы оценки ресурса насосных станций // Вестник машиностроения. — 1979. — № 3. — С. 19—22.
2. Патент на корисну модель «Циркуляційна гідролічна система» UA 48329 МПК F04F 5/00/ Бойко, М.З., Євтушенко, А.О., Фінкельштейн, З. Л. та інші. Бюл. №5 10.03.2010.

Надійшла 28.09.2010 р.