

ВЫСОКОЭКОНОМИЧНЫЕ НАСОСЫ ЦНСШ 300-140...800 ДЛЯ ШАХТНОГО ВОДООТЛИВА

Ф.А. Папаяни, канд. техн. наук, доцент
АОЗТ «Научно-производственное объединение «Хаймек»

Надано опис конструкції нових насосів для шахтного водовідливу ЦНСШ 300-140...800. Наведено робочі параметри, результати приймальних випробувань та ефективність їх застосування у порівнянні з застарілими насосами ЦНС 300-120...600. Показано об'єм впровадження нових насосів та дані нагляду за їх роботою.

В течение последних десятилетий водоотливные установки угольных шахт были оснащены насосами ЦНС, разработанными Ясногорским машиностроительным заводом около 30 лет назад. С нарушением производственных связей с Россией поставки практически прекратились, и изготовлением насосов занялись многие организации и заводы Украины, не имеющие необходимого технологического и стендового оборудования и использующие в большинстве случаев не всегда качественное литье. Это привело к тому, что показатели назначения и надежности насосов резко ухудшились. Наиболее распространенный насос ЦНС 300-600, по данным стендовых испытаний в НПО «Хаймек», имеет напор 565-575 м и КПД 63-65 % вместо предусмотренных ТУ соответственно 600 м и 70 %.

По заказу Минтопэнерго Украины АОЗТ НПО «Хаймек» совместно с ОАО «Завод «Южгидромаш» создали типоразмерный ряд насосов ЦНСШ 300-140...800 со значительно повышенными (по сравнению с насосами ЦНС 300-120..600) значениями напора, КПД и показателей надежности.

Насосы ЦНСШ 300-140...800 предназначены для перекачивания воды и других нейтральных жидкостей с температурой до 70°C, водородным показателем рН = 5,5-8,5, массовой концентрацией твердых частиц до 1,5 %, размером до 1 мм, микротвердостью до 1,47 ГПа и суммарным содержанием сульфатов и хлоридов до 20 г/л.

Насосы ЦНСШ 300 горизонтальные, секционные, многоступенчатые, с односторонним расположением рабочих колес (рис. 1). Ротор опирается на две опоры качения со сферическими двухрядными шарикоподшипниками, смазываемыми консистентной смазкой. Осевое усилие ротора воспринимается узлом гидравлической разгрузки специальной конструкции. Концевые уплотнения вала сальникового типа. Передача вращения насосу от электродвигателя осуществляется через упругую втулочно-пальцевую муфту.

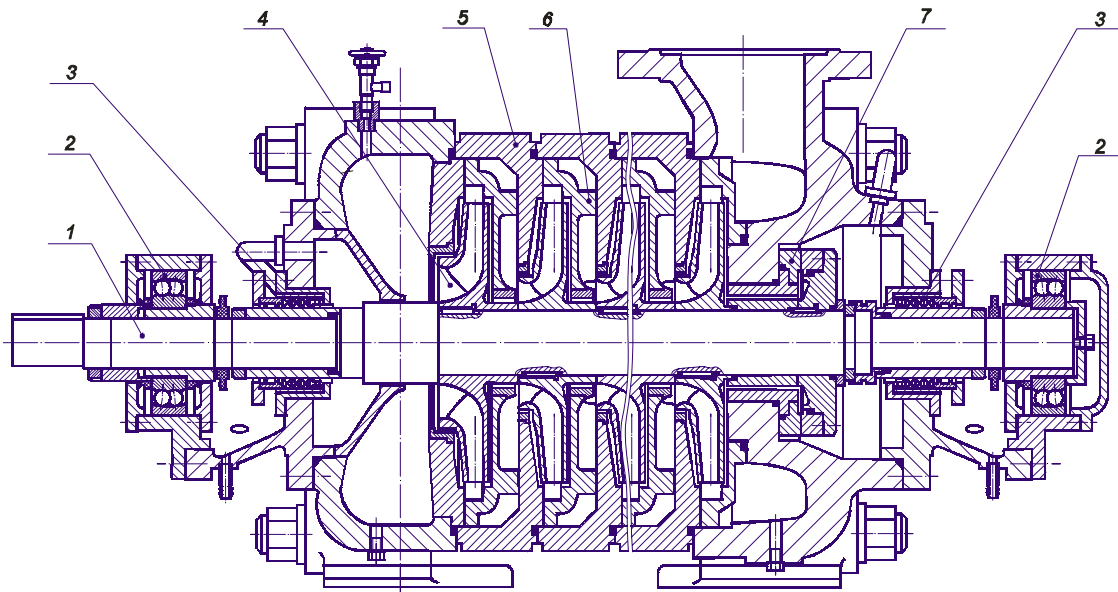


Рис. 1. Насос ЦНСШ 300-140...800: 1 — вал; 2 — опоры качения; 3 — концевые уплотнения вала; 4 — рабочее колесо; 5 — секция; 6 — направляющий аппарат; 7 — узел гидравлической разгрузки.

По сравнению с насосами ЦНС 300-120...600 насосы ЦНСШ 300-140...800 имеют следующие конструктивные особенности:

- применена более совершенная экспериментально отработанная геометрия проточной части рабочих колес и направляющих аппаратов;
- крепление деталей ротора на валу исключает попадание воды между валом и ступицей колес, что предотвращает их «прикипание» к валу и позволяет производить многократные разборки и сборки насоса при проведении текущих и капитальных ремонтов без разрушения основных деталей;
- основные детали проточной части насоса изготовлены из высоколегированных сталей и сплавов, обеспечивающих повышенные показатели по коррозионной и гидроабразивной износостойкости;
- высокая чистота поверхностей литых деталей проточной части и динамическая балансировка ротора обеспечивают минимальные гидравлические потери и низкий уровень вибрации.

Основные параметры насосов в номинальном режиме приведены в табл. 1, а их рабочие характеристики на рис. 2, на котором обозначено: Q — подача; H — напор; η — КПД насоса; h_d — допускаемый кавитационный запас; $Z_{ст}$ — число ступеней насоса; $N_{ст}$ — мощность, потребляемая одной ступенью насоса.

Таблица 1 – Основные параметры насосов в номинальном режиме при частоте вращения 1480 об/мин и подаче 300 м³/ч

| Наименование показателя | Значение показателей для насосов ЦНСШ 300 | | | | | | | | | |
|-------------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 140 | 210 | 290 | 360 | 430 | 500 | 570 | 650 | 720 | 800 |
| | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Напор, м | 143 | 214 | 286 | 358 | 430 | 500 | 572 | 645 | 715 | 800 |
| Мощность, потребляемая насосом, кВт | 150 | 225 | 300 | 375 | 450 | 525 | 600 | 675 | 750 | 825 |
| Коэффициент полезного действия, % | 74 | 75 | 75 | 76 | 76 | 77 | 77 | 78 | 78 | 79 |

Примечание: Допускаемый кавитационный запас 3,5 м, внешние утечки через сальниковые уплотнения не более 0,1 м³/ч.

Опытно-промышленная партия насосов ЦНСШ 300-140...720 в количестве 7 штук в 1999-2000 г.г. успешно прошла приемочные испытания на шахтах ГХК «Донбассантрацит». Насосы перекачивали воду с водородным показателем рН = 6,5-8,45 и средним содержанием взвешенных частиц 40-70 мг/л. Два опытных образца насоса ЦНСШ 300-800 в 2001-2003 г.г. прошли приемочные испытания на шахте им. В.В. Вахрушева ГП «Ровенькиантрацит». За время испытаний насосы наработали от 4500 до 14100 ч машинного времени и после окончания испытаний продолжали успешно эксплуатироваться.

Режимы работы насосов охватывали диапазон подач от 250 до 340-

400 м³/ч. На всех режимах насосы работали стабильно, заметного изменения рабочих параметров за период испытаний не произошло. Замена сальниковой набивки производилась в среднем через 4000 ч работы.

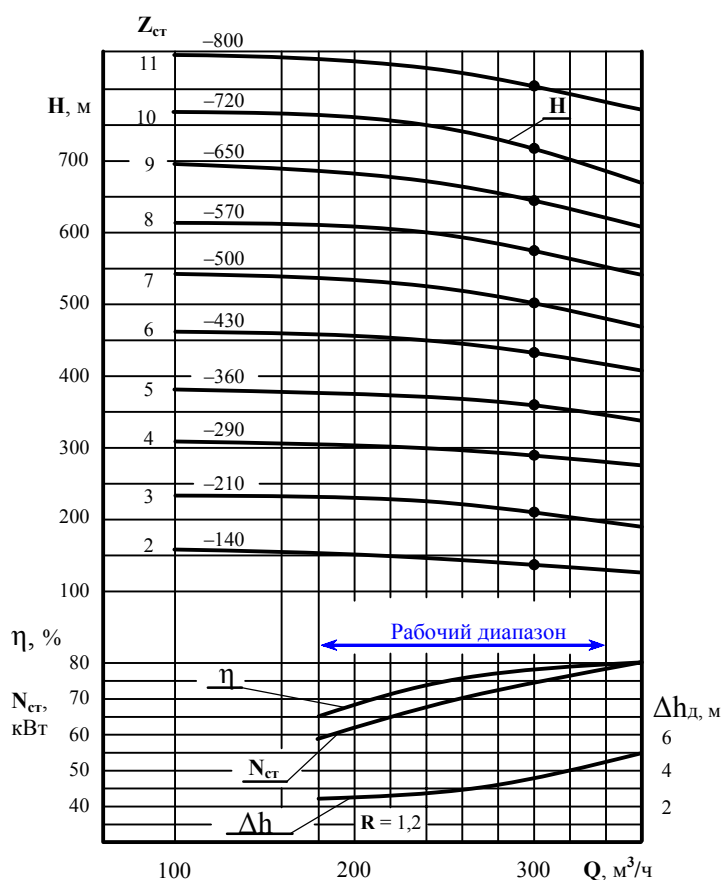


Рис. 2. Рабочие характеристики насосов ЦНСШ 300.

Испытания показали, что рабочие параметры насосов соответствуют техническим условиям, а показатели надежности превышают проектные значения. Так, средняя наработка на отказ составила 6500 ч и средний ресурс до капитального ремонта (по оперативным оценкам) — 18000 ч. Насосы просты в эксплуатации, экономичны и не требуют постоянного

присутствия обслуживающего персонала.

Эксплуатационные преимущества насосов ЦНСШ 300 по сравнению с насосами ЦНС 300 видны из сопоставления параметров и характеристик ЦНСШ 300-570 и ЦНС 300-600 (табл. 2, рис. 3), полученных по результатам стендовых и промышленных испытаний. Насос ЦНСШ 300-570 при номинальной подаче 300 м³/ч имеет напор на ступень на 25 % и КПД в 1,2 раза выше, чем у насоса ЦНС 300-600, а также более высокую всасывающую способность. При этом у насоса ЦНСШ 300-570 средняя наработка на отказ в 13 раз и средний ресурс до капитального ремонта в 4-5 раз выше, чем у насоса ЦНС 300-600.

Таблица 2 – Сравнительные фактические параметры насосов

| Наименование показателя | Тип насоса | |
|---|--------------|-------------|
| | ЦНСШ 300-570 | ЦНС 300-600 |
| Частота вращения, об/мин | 1480 | 1475 |
| Подача, м ³ /ч | 300 | 300 |
| Напор, м | 570 | 570 |
| Число ступеней | 8 | 10 |
| Напор ступени, м | 72 | 57 |
| Потребляемая мощность, кВт | 600 | 716 |
| КПД, % | 77 | 65 |
| Допускаемый кавитационный запас, м | 3,5 | 4,5 |
| Масса, кг | 2740 | 2410 |
| Средняя наработка на отказ, ч | 6500 | 500 |
| Средний ресурс до капитального ремонта, ч | 18000 | 3800 |

Экономия электроэнергии при эксплуатации насоса ЦНСШ 300-570 по сравнению с насосом ЦНС 300-600 составляет 670 тыс. кВт·ч (при годовой продолжительности работы 5500 ч машинного времени) и соответственно экономия затрат на электропотребление 120 тыс. грн, что в 1,25 раза превышает стоимость насоса ЦНСШ 300-570. Таким образом, только за счет экономии расходов на электроэнергию стоимость насосов ЦНСШ 300 окупается менее, чем за 10 месяцев.

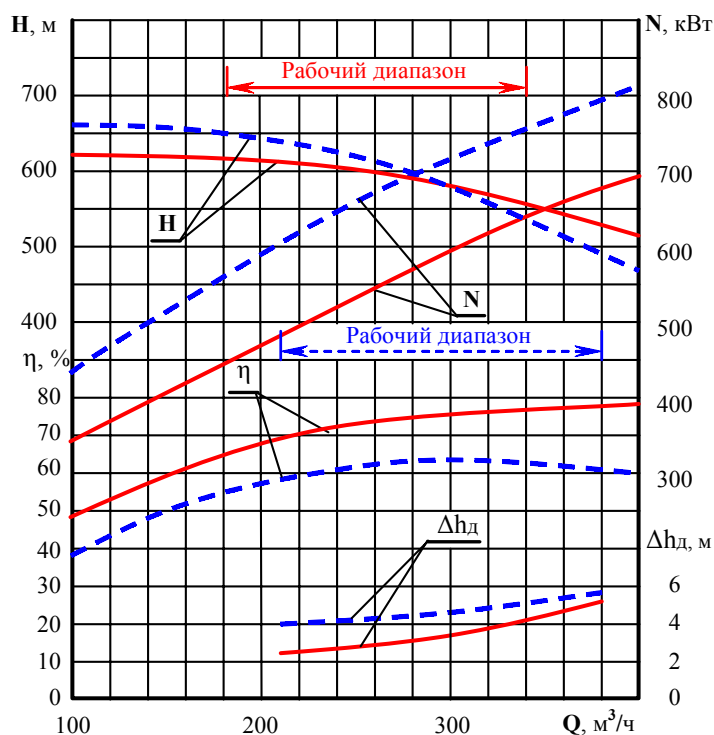


Рис. 3. Сравнительные характеристики насосов ЦНС 300-600 по данным испытаний в АО НПО «Хаймек» (штриховые линии) и ЦНСШ 300-570 по результатам испытаний в ОАО «Завод Южгидромаш» (сплошные)

По результатам приемочных испытаний НПО «Хаймек» была выполнена корректировка конструкторской документации и заводом «Южгидромаш» освоено серийное производство насосов ЦНСШ 300-140...720 (с октября 2000 г.) и ЦНСШ 300-800 (с октября 2003 г.).

По данным на ноябрь 2003 г. заводом «Южгидромаш» изготовлено и поставлено угольным предприятиям Украины 96 насосов ЦНСШ 300. За работой 58 насосов НПО «Хаймек» ведет постоянное наблюдение. Наблюдения подтвердили значения показателей

назначения и надежности, полученные по данным приемочных испытаний. На данный период наибольшие наработки имеют насосы на шахтах «Краснолучская» — 15560 ч (насос ЦНСШ 300-650), «Княгининская» — 25650 ч (насос ЦНСШ 300-430), «Краснокутская» — 15000 ч (насосы ЦНСШ 300-430) и № 21 — 20120 ч (насос ЦНСШ 300-500).

В то же время испытания выявили тенденцию к завышению напора при выборе типоразмеров насосов, в результате чего из-за несоответствия характеристик сети и насосов последние в ряде случаев работали за рабочей зоной подач (свыше $340 \text{ м}^3/\text{ч}$), что не рекомендуется инструкцией по эксплуатации, так как при этом насос может работать в кавитационном режиме. Очевидно, выбору и заказу необходимого типоразмера насоса должно предшествовать обследование и расчет конкретной водоотливной системы, для которой он предназначен.

На основании опыта НПО «Хаймек» в создании и испытаниях насосов завод «Южгидромаш» предоставил ему эксклюзивное право реализации насосов ЦНСШ 300 с оказанием комплекса сервисных услуг, в число которых входит обследование и расчеты шахтных водоотливных систем.

При полной замене существующего парка насосов ЦНС 300 на ЦНСШ 300 потребляемая насосами мощность снизится на 116 МВт и соответственно расходы на электроэнергию — на 115 млн. грн. в год. Учитывая также, что срок службы насосов ЦНСШ 300 в 4-5 раз выше, чем существующих, издержки на приобретение и эксплуатацию этих насосов, несмотря на более высокую цену, значительно сократятся, и в перспективе потребность в обновлении парка водоотливных насосов уменьшится в 3-4 раза, что даст угольной отрасли значительную экономию материальных и трудовых ресурсов.

Поступила в редакцию 11 января 2004 год