

## Новые стационарные и погружные насосные агрегаты для шахтного водоотлива

Для откачивания притока воды из стволов закрытых угольных шахт, а также для осушения шахтных и карьерных полей в угольной и горнорудной промышленности применяют стационарные насосы типа ЦНС, ЦНСШ, НСШ, НШР и погружные электронасосные агрегаты типа ЭЦВ, АНПШ, а также электронасосы зарубежных фирм KSB, GRUNDFOS, PANELLI S.R.L., Flowserve.

На угольных шахтах Украины эксплуатируется более 700 главных и 2100 участковых водоотливных установок. Годовой объем откачиваемой на поверхность воды составляет около 1 млрд м<sup>3</sup>, на что расходуется более 1,8 млрд кВт·ч электроэнергии. На водоотлив приходится до 35 % энергопотребления, в связи с этим возникает проблема снижения энергетических затрат за счет повышения энергоэффективности насосного оборудования. Кроме того, для обеспечения гидробезопасности соседних шахт, предупреждения затопления и их последующей ликвидации необходимы насосы, обеспечивающие откачку максимального притока шахтных вод за возможно минимальное время. Так, на многих шахтах во вспомогательном стволе диаметром 6 м приток может составлять более 5000 м<sup>3</sup>/сут при уровне критической отметки 200 м.

Для откачки такого объема воды за короткое время необходимы мощные стационарные и погружные электронасосные

агрегаты подачей 500 – 800 м<sup>3</sup>/ч и напором более 1000 м.

Согласно технологическим нормам проектирования и правилам эксплуатации стационарных и погружных насосов в водоотливных установках должны быть резервные электронасосные агрегаты, так как время, необходимое для замены насосного агрегата, превышает время откачки воды до критического уровня. Поэтому создание отечественных надежных и экономичных электронасосных агрегатов для шахтного водоотлива – актуальная задача.

Специалисты научно-технического центра ОДО «Первомайский электромеханический завод им. К. Маркса» разработали и внедрили в серийное производство принципиально новые конструкции стационарных секционных насосов типа НЦШ 300, НЦШ 400, НЦШ 500, типа НЦШД 300, НЦШД 400, НЦШД 500 с двухсторонним приводом и агрегатов на их основе с асинхронными взрывозащищенными электродвигателями типа ВА05П мощностью до 2000 кВт, а также погружные электронасосные агрегаты типа АНЦВП подачей  $Q = 6,3 \dots 600$  м<sup>3</sup>/ч и напором до 1000 м с водонаполненными электродвигателями типа 5ПЭ мощностью от 5,5 до 1200 кВт на рабочее напряжение 380, 660, 1140, 3000 и 6000 В.

В насосах типов НЦШ и НЦШД рабочие органы выполнены из нержавеющей стали марки 20Х13. Используемые роликовые двухрядные подшипники средней се-



**П. И. ЗАХАРЧЕНКО,**  
канд. техн. наук



**Г. М. ГРИНЬ,**  
инж.



**С. С. ЛИСОВОЙ,**  
канд. техн. наук

рии 3624 (ГОСТ 3721–75) позволяют эксплуатировать насосы без принудительного охлаждения подшипниковых узлов, а также исключают их замену в процессе всего периода эксплуатации.

В конструкции подшипникового узла со стороны всасывания предусмотрена возможность замены пластичной смазки без разборки агрегата и снятия полуфуты с вала насоса. В качестве концевой устанавливается сальниковое уплотнение с использованием набивки на основе пористого фторопласта, что увеличи-

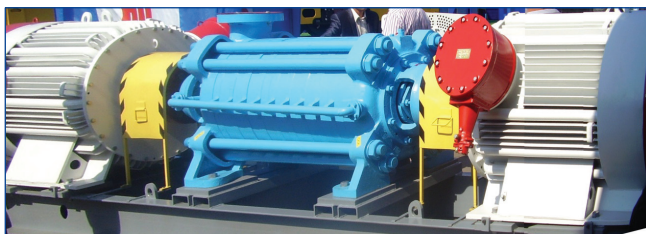


Рис. 1. Электронасосный агрегат АНЦШД400–1025.

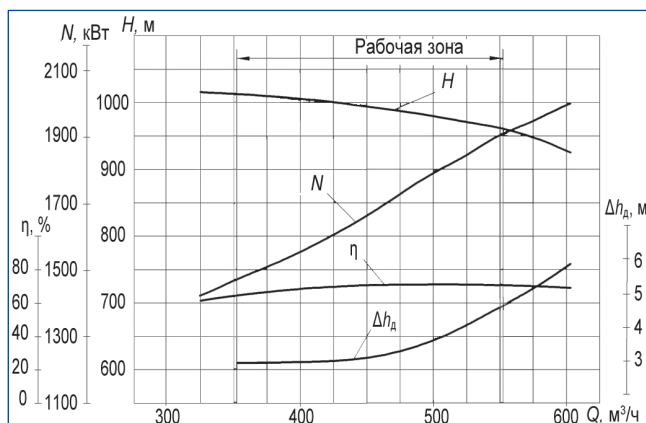


Рис. 2. Характеристика насоса НЦШД400–1025.

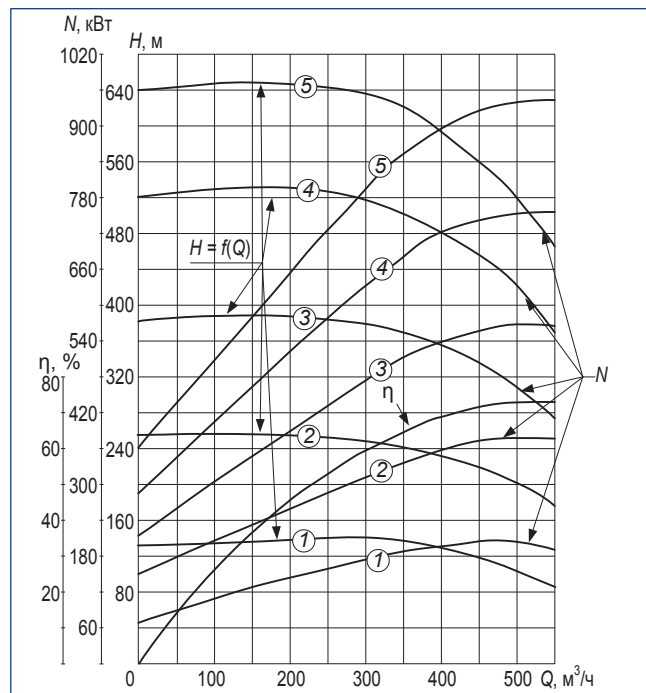


Рис. 3. Характеристики погружных электронасосных агрегатов: 1 – АНЦВП 16-500-105 с электродвигателем 5ПЭ-377-250-3; 2 – АНЦВП 16-500-210 с электродвигателем 5ПЭ-377-500-3; 3 – АНЦВП 20-500-315 с электродвигателем 5ПЭ-550-700-3; 4 – АНЦВП 20-500-420 с электродвигателем 5ПЭ-550-900-6; 5 – АНЦВП 20-500-525 с электродвигателем 5ПЭ-550-1000-6.

ваит срок службы узла уплотнения практически в 4 – 6 раз без замены сальниковой набивки (до 1200–1500 ч машинного времени). Также уменьшается износ втулок сальника, установленных на роторе насоса, таким образом увеличивается срок их эксплуатации.

Для контроля температуры подшипниковых узлов применяют термопреобразователи сопротивления ТСП-0690, ТСП-100П (ТУ 311-4850458.099–92), которые подключают на месте эксплуатации к специальному блоку (предусмотрен в комплекте с оборудованием), отключающему работающий насос при превышении температуры подшипников более 80 °С.

Указанные нововведения позволяют увеличить КПД насоса до 72 % и сократить потребляемую энергию (от 15 до 30 кВт на каждый насос).

Средняя наработка на отказ насосов НЦШ, НЦШД – не менее 7000 ч, средний ресурс между капитальными ремонтами – не менее 9000 ч машинного времени, средний срок службы – не менее 6 лет с момента ввода в эксплуатацию.

На рис. 1 представлен общий вид электронасосного агрегата АНЦШД400–1025 с двумя приводными электродвигателями типа ВА05П560ЛА-4 мощностью 800 кВт каждый. Агрегат эксплуатируется на шахте им. В. Володарского (Украина) с марта 2012 г. На рис. 2 показаны характеристики насоса НЦШД400–1025: напорная  $H = f(Q)$ ; энергетическая  $N = f(Q)$ ; кавитационная  $\Delta h_{к} = f(Q)$  и допускаемый кавитационный запас  $\eta = f(Q)$  при частоте вращения  $n = 1480 \text{ мин}^{-1}$  на воде плотностью  $1000 \text{ кг/м}^3$ .

Новая конструкция погружного электронасосного агрегата состоит из центробежного насоса с высоконапорными рабочими органами и погружного асинхронного водонаполненного электродвигателя большой мощности.

В электронасосных агрегатах типа АНЦВП 16, АНЦВП 18 и АНЦВП 20 рабочие органы радиального типа выполнены из нержавеющей стали марки 20Х13 или 20Х13Л. В насосе предусмотрена оригинальная система разгрузки и дополнительно для восприятия осевых сил установлены верхний и нижний упорные самоустанавливающиеся сегментные подшипники типа Митчелл (рис. 3).

Насосы для указанных агрегатов выпускают в четырех исполнениях, подача каждой ступени 125; 200; 300; 500 м³/ч и напор соответственно 125; 115; 110; 105 м.

Отличительная особенность погружных водонаполненных электродвигателей типа 5ПЭ-377, 5ПЭ-465, 5ПЭ-550 (рис. 4) – оригинальная геометрия па-

зов статора и ротора и оптимальное их соотношение, что в сочетании с новыми обмоточными данными дало возможность на 40 – 50 % снизить плотность тока в обмотке статора и соответственно уменьшить тепловую нагрузку в электродвигателе в целом.

Кроме того, для повышения интенсификации охлаждения в электродвигателе предусмотрена система замкнутого принудительного охлаждения. Для предотвращения попадания механических примесей в полость статора в верхней части электродвигателя установлено торцовое уплотнение. Вероятность коррозии зубцовой зоны уменьшена путем увеличения перемычек в закрытых пазах статора и ротора.

Благодаря указанным техническим решениям новая серия погружных электронасосных агрегатов по своим технико-экономическим показателям и надежности превосходит существующие отечественные насосные агрегаты и не уступает аналогам ведущих зарубежных фирм.

Применяемые до настоящего времени отечественные погружные скважинные электронасосные агрегаты типа ЭЦВ10-63-270, ЭЦВ12-160-100, ЭЦВ14-210-300, ЭЦВ16-375-175 и другие, изготовляемые в соответствии с ГОСТ 10428-89, не предназначены для шахтного водоотлива, не отработывают положенный срок службы и требуют дополнительных материальных и трудовых затрат на обязательную дополнительную установку специального кожуха для охлаждения корпуса статора.

Практика применения на шахтах Украины (шахта № 9 «Капитальная», шахта им. Ф. П. Лютикова, шахта «Черноморка» и др.) импортных электронасосных агрегатов QT 14 EJH-4a (тип двигателя M1 19-145-2) и PN 142-9a (тип двигателя M1 19-145-2) показала их невысокую надежность и значительное удорожание электронасосного агрегата из-за установки сложной системы охлаждения и увеличения габаритов установки.

Так, длина электронасосной установки QT 14 EJH-4a с холодильником составляет 10758 мм, тогда как длина аналогичного по параметрам высоконапорного электронасосного агрегата типа АНЦВП 20-300-400 (рис. 5) с погружным электродвигателем типа 5ПЭ-550-500-6 мощностью 500 кВт на рабочее напряжение 6000 В со встроенной замкнутой системой охлаждения – всего 4077 мм, т. е. более чем в 2,5 раза короче.

Таким образом, применение для шахтного водоотлива высоконапорных электронасосных агрегатов типа АНЦВП с погружными электродвигателями типа 5ПЭ большой мощности на рабочее напряжение 3000



Рис. 4. Погружной водонаполненный электродвигатель типа 5ПЭ.

и 6000 В позволяет более оперативно и качественно решать поставленные задачи по повышению гидробезопасности шахт при значительном сокращении материальных, эксплуатационных и трудовых затрат, а экономическая эффективность перехода на рабочее напряжение 6000 В вместо 3000 В за счет экономии электроэнергии и отсутствия необходимости применения промежуточных трансформаторных подстанций только по шахтам Украины составит более 500 млн грн.



Рис. 5. Электронасосный агрегат АНЦВП 20-300-400.