

Как известно, в России развитие водоснабжения исторически тяготело к высокой централизации, основанной на заборе вод из поверхностных источников (рек, водохранилищ и пр.). К началу XXI века таким образом обслуживалось 80 % населения (110 млн чел.) на территории 17 000 км². Это было (и остается) оправданным, ведь наша страна обладает самыми крупными в мире запасами такого рода. Но, притом, что их общее количество кажется неисчерпаемым, до половины населения, особенно проживающего в сельской местности, испытывает нехватку качественной питьевой воды. Целые республики ощущают проблемы и с обеспечением водой в целом. Например, житель Калмыкии получает всего 24 л/сутки (против 300-400 в городах Центральной России). С другой стороны, Россия обладает огромными разведанными запасами подземных пресных вод высокого качества. В перспективе потребность хозяйственно-питьевого водоснабжения может быть удовлетворена на 100% за счет подземных вод в 62 субъектах РФ, например – в Краснодарском и Красноярском крае, Бурятии, на Алтае и др. В ряде других регионов (например, Дагестане, в Хабаровском крае, на Ставрополье) эти цифры составляют от четверти до 90% требуемого объема. При этом питьевая вода из централизованных систем водоснабжения с подземными источниками в 3-4 раза ниже по себестоимости, чем от поверхностного забора. Все это послужило причиной обустройства местных подземных водозаборов при сохранении централизованной схемы подачи. Доля их сегодня составляет около 85% общего объема водопотребления на селе. Но более половины существующих скважин эксплуатируются свыше 20-25 лет и их состояние близко к критическому. В связи с этим в первую очередь предусматривается строительство новых скважин и реконструкция действующих. Наряду с отечественными погружными насосами, все большую популярность приобретают зарубежные, экономичные и имеющие сравнительно небольшой наружный диаметр, что значительно снижает стоимость скважин и их эксплуатации. Опыт применения подобных агрегатов выявил ряд аспектов, которые необходимо учитывать при подборе, монтаже и эксплуатации таких насосов. Как правило, они касаются проблем, связанных с особенностями российских электросетей, о чем и будет рассказано ниже. Скачки напряжения Несмотря на то, что поставщики электроэнергии заявляют достаточно жесткие параметры, на практике значения напряжения сильно варьируют. Это происходит по разным причинам. Например, вблизи трансформаторов низкого напряжения его значения будет выше на 3 – 5%. При пиковой нагрузке на магистральные провода из-за омического сопротивления напряжение будет падать, порой на значительную (до 10%) величину. Такие ситуации крайне вредны для электродвигателей. При скачках напряжения крутящий момент и частота вращения вала электродвигателя отклоняются от своих номинальных значений. В результате происходит падение КПД. Это увеличивает потребляемую мощность, а, следовательно, теплообразование. Опыт показывает, что если на электродвигатель при полной нагрузке поступает напряжение на 10% ниже номинального, то потребляемый ток увеличивается примерно на 5%, а температура электродвигателя — на 20% (рис. 1). В пределе (например, при совпадении сдвига фаз и скачка напряжения), такое превышение может превзойти максимально допустимую температуру изоляции обмоток, что приведет к короткому замыканию и разрушению статора. Возникающее в результате пониженного напряжения длительное повышение температуры обмоток двигателя приводит к быстрому старению изоляции и, следовательно, к уменьшению срока службы. При перенапряжении сети потребляемая мощность и теплообразование в

обмотках электродвигателя также возрастают. Рис. 1. Дополнительное потребление тока при колебаниях напряжения. При измеренных на клеммах электродвигателя колебаниях напряжения в пределах $\pm 6 / -10\%$ от указанного в фирменной табличке номинального значения, можно ожидать расчетного срока службы электродвигателя. Это произойдет в том случае, если потребляемый ток не превышает указанную на фирменной табличке величину при полной нагрузке, электродвигатель в достаточной мере охлаждается и не возникает никаких скачков напряжения или асимметрии. В случаях, если перепады свыше допустимых пределов кратковременны, также не следует ожидать значительного сокращения срока службы электродвигателя, если только значения пиков не будут настолько велики, что это приведет к возникновению короткого замыкания в обмотках статора. Однако при постоянных или длительных колебаниях напряжения свыше $\pm 6 / -10\%$ следует выбрать электродвигатель промышленного назначения позволяющий добиться приемлемого срока службы и КПД. Например, для особенно сложных случаев ведущие компании разрабатывают специальные серии электродвигателей промышленного назначения (как правило, мощностью от 2,2 до 22 кВт) с высоким КПД. Например, эти электродвигатели используются в серийных скважинных насосах GRUNDFOS, которые с успехом применялись в различных регионах России. Так, в г. Сухой Лог Свердловской области насосы серии SP-125, оборудованные УПП, обеспечивают водоснабжение города и прилегающих поселков и завода. При том, что скачки напряжения здесь не редкость, оборудование работает без проблем и позволило снизить электропотребление на 15%. Особенностью электродвигателей промышленного назначения, наряду с повышенным КПД, является более эффективное охлаждение благодаря большей площади поверхности (на 20 – 30%). Следовательно, они обладают значительно меньшей чувствительностью к пониженному напряжению, асимметрии фаз и недостаточному охлаждению (вызываемому отложениями на электродвигателе, вызванными плохим качеством воды). Кроме того, промышленные электродвигатели устойчивее к коррозии. Следует отметить, что наибольшей надежностью обладают электродвигатели промышленного назначения, защита которых осуществляется устройством MPT 75 или блоком MP 204. Асимметрия напряжения и тока. Как известно, при минимальной асимметрии тока достигается максимальный КПД электродвигателя и наиболее длительный срок его службы. Вот почему важна равномерная нагрузка всех фаз. В теории, одинаковое номинальное напряжение должно подаваться на все три фазы. Как правило, вблизи низковольтных трансформаторов так и происходит. Однако следует учитывать, что для предотвращения повышения или понижения напряжения на отдельных фазах при полной нагрузке сети все однофазные агрегаты должны быть равномерно распределены по трем фазам. Это должно быть сделано, поскольку такие устройства часто работают в режиме частых циклов включения/выключения и могут стать причиной асимметрии («перекоса») фаз. Перекос фаз может быть вызван также асимметрией тока в линиях электропередач, а также изношенными либо окисленными контакторами. На случай возможной асимметрии в цепи нужно до включения электродвигателя в сеть проконсультироваться с представителями энергоснабжающего предприятия. Асимметрия тока не должна превышать 5%, а при использовании пульта CU 3 — 10%. Ее рассчитывают по следующим двум формулам: Максимальное значение служит в качестве выражения асимметрии тока. Ток следует измерять на всех трех фазах (рис. 32). Наилучшим способом подключения является тот, при котором получают

минимальную асимметрию. Для сохранения неизменного направления вращения вала при изменении способа подключения фазы нужно менять так, как показано на рис.2 и таблице ниже. Рис.2. Коррекция асимметрии тока у трехфазного погружного электродвигателя 380 В, 50 Гц, 30 А. Небольшая асимметрия напряжения приводит к большой асимметрии тока, что в свою очередь вызывает неравномерный нагрев обмоток статора и приводит к возникновению горячих зон и точечного нагрева. Эта связь графически показана на рис.3. Рис. 3. Зависимость между асимметрией тока, напряжения и температурой. Гармоники напряжения В обычном порядке, сеть обеспечивает потребителей синусоидальным напряжением по всем трем фазам, пишет портал "Ваш дом". Однако к полученному на электростанции синусоидальному напряжению в распределительной системе добавляются дополнительные гармоники, что также может негативно влиять на работу электродвигателя. Основными источниками гармоник на практике становятся пять основных факторов: - Преобразователь частоты без фильтра. На выходе преобразователей частоты типа PWM (широтно-импульсная модуляция), не оснащенных LC или RC-фильтрами, получается выходное напряжение, значительно отличающееся от идеальной синусоиды. Пики напряжения в зависимости от исполнения преобразователей могут достигать 850 – 1200 В (при длине соединительного кабеля 100 м). С удлинением кабеля, соединяющего преобразователь частоты с электродвигателем, эти пики увеличиваются. При длине кабеля 200 м они достигают 1700 – 2400 В, т. е. удваиваются. Результатом такого увеличения становится снижение срока службы электродвигателя. По этой причине преобразователь частоты следует снабжать по меньшей мере RC-фильтром, что позволит обеспечить оптимальный срок службы электродвигателя. Современные преобразователи частоты, оснащенные индуктивно-емкостными (LC) или резистивно-емкостными (RC) фильтрами, можно настолько надежно защитить предохранителями, что при соединении преобразователя частоты с электродвигателем кабелем длиной до 100 м не возникнет никаких пиков напряжения свыше 850 В. В этих условиях практически любой современный электродвигатель имеет приемлемый срок службы. - Приборы, обеспечивающие плавный пуск электродвигателя. От подключенного к электродвигателю УПП, поступает несинусоидальный ток, создающий в сети помехи. Но, поскольку время ускорения/замедления электродвигателя очень коротко, на практике эти помехи незаметны. Если же фаза пуска длится более 3 с, то температура обмоток электродвигателя возрастает и, следовательно, снижается его срок службы. - Контактные для крупных машин. Пуск крупных машин осуществляется методом прямого подключения DOL или способом «звезда-треугольник». При этом может произойти искровой разряд. В случае, если контакторы разомкнуты, это создает значительные пики напряжения, которые опасны для погружных электродвигателей в очень слабой сети. - Конденсаторы в промышленных установках. В промышленных установках устанавливаются сложные приборы регулирования с многочисленными конденсаторами большой емкости, возвращающими пики напряжения в сеть. Опасность для погружных электродвигателей эти пики представляют лишь в случае слишком слабой сети. - Удар молнии. Поражение высоковольтной сети создает скачки напряжения, которые частично поглощаются через молниеотвод на трансформаторной подстанции и отводятся на шину заземления. Если удар молнии попал в низковольтную сеть, то опасность возникновения скачков напряжения от 10 до 20 кВ существует только для распределительного шкафа насоса. Если шкаф управления и сам электродвигатель

не защищены, соответственно, громоотводом и заземлением, то установка может быть повреждена. В тех областях, где часты удары молнии, наилучший способ защиты электродвигателей погружных насосов состоит в том, чтобы на приводной стороне главного выключателя установить молниеотвод и соединить его со стержневым заземлителем или, по возможности, с водоподъемной трубой скважины в том случае, если эта труба изготовлена из стали. Следует отметить, что современные погружные электродвигатели, например - GRUNDFOS MS 402, имеют класс защиты изоляции до 15 кВ. Это — максимальное значение напряжения, которое может пройти через электродвигатель, например, при ударах молнии вблизи него. Поэтому нет необходимости в дополнительной молниезащите, хотя здесь не учитываются прямые удары молнии, что маловероятно. Использование современного насосного оборудования — не дань моде, а требование времени. Подобные агрегаты надежны, имеют высокий КПД, быстро окупаются и способны обеспечить впечатляющую экономию электроэнергии. И для того чтобы максимально эффективно использовать эти преимущества, необходимо учитывать накопленный опыт эксплуатации в сложных российских условиях. Насосы Grundfos в магазинах Баутерм по информации www.airweek.ru