

Основни насоки в развитие на енергийната ефективност при управление на помпени агрегати във ВЕК сектора

Даян Тачев

Basic directions in the development of energy efficiency in the management of pump equipment in the water and sewage sector: it is made overview of actual status of water supply network in Republic of Bulgaria; viewed a specific concept (management of pumping equipment through frequency converters and soft starters); presented are examples of completed systems through such changes; covered are the main problems, that could arise during the operation of pumping stations.

In a separate paragraph are considered major emergency modes and their connectivity with the operation of the pumps. .

Key words: *Energy efficiency in pumps, main problems, frequency control of water flow, emergency modes when working in electric drives of pumping stations.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Намаляването на водните ресурси, водят до логичната потребност от по-рационално управление и разпределение на водите. Силно амортизирани тръби и разпределители у нас допринасят загубите на вода да достигат до 57 % от изпомпената вода [4].

Това налага търсенето на нови подходи за управление на водните ни ресурси. Чрез управление на електрозадвижването на помпените агрегати може да се регулира налягането в тръбопроводите и да се ограничат течовете.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Източникът на високото ниво на загуби във водоснабдителните оператори е комбинация на загубите от пренос, енергийни загуби и лошо управление на активите (инвестиции, задължения, поддръжка).

1. Прецизен анализ на ситуациите на етап проектиране на съоръженията

Проблемите може да бъдат вследствие от лоша конструкция или неправилно оразмеряване [5]. Като въртящи се машини, помпите са обект на износване, ерозия, кавитация и утечки. Помпите имат експлоатационни проблеми като: течове, калциране или полепи, поява на пукнатини по тръбопровода.

В следствие на неправилно проектиране и работа на двигателя / помпата, при експлоатация се появяват вибрации, разпространяващи повреди по цялата система.

За правилната работа на помпените агрегати е важно оразмеряването на двигателя:

$$P = \frac{9,31 QH}{\eta_p \eta_{em} \eta_{fr.conv.}}$$

P – мощност на електродвигателя (kW);

Q – дебит на помпата (m³/s);

H – напор (m);

η_p – коефициент на полезно действие на помпата;

η_{em} – коефициент на полезно действие на електромотора;

$\eta_{fr.conv.}$ – коефициент на полезно действие на честотния преобразувател.

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}; \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2; \frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3;$$

Q – дебит на помпата;

H – напор на помпата;

N – консумирана енергия;

n – скорост на въртене към вала на двигателя;

Класическата схема за проектиране на електрозадвижването на помпена станция предвижда поемане цялото водно потребление от един основен агрегат и поставянето на резервен такъв, покриващ същата мощност [1].

Като следваща стъпка е управление на пусково-спирачните режими и превключване към резервна помпа в аварийни случаи [2]. Недостатък е, че дори и да се регулира честотата на двигателя, от по-голямата мощност хидравличния удар увеличава силата си повече. За да се избегне негативното явление, се препоръчва [1] разпределяне мощността на дебита между два помпени агрегата. Това намалява с 15 % загубите от течове, поради стабилизацията на налягането във водоканалната система. Подобна е логиката на предложението за автоматизирана помпена станция в § 4.

Всеки агрегат се управлява по определена програма, осигуряваща определен закон на развъртане и спиране на електродвигателите. Технологиата на работа им е свързана с конкретните водни потребности. При ниска консумация (нощно време) би работила само едната помпа, а в пиковия дебит би се включила и втората помпа. При отказ се включват резервните помпи.

В отговорните помпени съоръжения трябва да се предвидят връзки за отдалечен достъп и комуникация между агрегатите и контролната зала. Това се осъществява посредством комуникационни модули или радиовръзка. Важно е да се отчетат магнитните смущения, особено ако помпите са част от промишлени процеси.

Течове

Те настъпват в областта на механичните връзки. Течовете се появяват само при ерозия или корозия по стените тръби или контактната повърхност в помпата. Механичните съединения се изолират чрез уплътнители или шарнири. Във времето тези съединения могат да се разхлабят или да изгорят и да се напукат. Тогава се предприема затягане на болтовете или подмяна на пръстените.

Херметизация на системата се наблюдава и при увисване или улягане на тръбите, следствие от лоши опори или слягане на земните маси.

Основни проблеми при центробежните помпи

Едни от предимствата на този вид помпи се състои в опростената конструкция, надеждност и дълготрайност. Заедно с тях трябва да се вземат в предвид последствията от кавитация, вътрешна рецикулация, износване на контактните повърхнини и уплътнения, както и претоварване.

2. Защити

Експлоатационните качества на мотора зависят много от издръжливостта на неговата изолация, тъй като тя понася прегряванията [3]. В резултат на многократните затопляния и охлаждания на изолационния лак, той губи своите механични и диелектрични свойства. Това увеличава възможността за пробив и поява на късо съединение между намотките.

Претоварване

Налично е превишаване над номиналния механичен момент към вала на двигателя. Това може да се случи при технологични повреди или такива вътре в самия двигател, лоши атмосферни условия, но помпите няма как да се претоварят.

След ремонт дебитът на помпата трябва да бъде намален.

Отпадане на фаза

Настъпване на прекъсване на коя да е от фазите на електродвигателя. Опасно идва от факта, че електродвигателят остава да работи на понижена мощност осигурена му от 2-те фази. Аварията настъпва в мрежите на средно или ниско напрежение, или прегаряне на предпазител в контактната верига.

Тук двигателят към помпата работи с много по-нисък капацитет, което бързо води до прегряване. За двигатели работещи на празен ход това не е сериозен проблем, но помпите обичайно работят под товар.

Много от помпените съоръжения са в райони, отдалечени или в крайградските зони, а там токовете смущения са чести. Препоръчва се по тази причина и интегрирането на защитна функция за напрежение извън границите 180 ... 230 V.

Асиметрия

Токовете с отрицателна последователност предизвикват отрицателен въртящ момент и увеличават загубите, а оттам и на нагряването на двигателя. Това има голямо влияние върху мощни и средно мощни двигатели на отдалечено разстояние. Не се допуска междуфазна асиметрия повече от 4 ... 5 %.

Влошена изолация

Животът на електродвигателя се определя от живота на неговата изолация. В резултат на постоянни топлинни въздействия изолационното съпротивление на намотките непрекъснато намалява, водейки към пробив и късо съединение.

Основният фактор, отговорен за намаляване на ресурса на изолацията е температурата на намотките. Съвременните двигатели са проектирани за работа в диапазона от 105 до 180 °C [3]. При дълго подлагане на висока температура, лаковете се разめкват, разтапят и отделят газове, а след като изсъхне, изолацията се напуква.

Избегнатата авария е най-добрият показател за надеждността и работоспособността в една система.

3. Управление

3.1 Устройства за плавен пуск

Те осигуряват развъртане на двигателя на помпата по определен закон, предоставяща технологична и защитна функция на помпените агрегати. Изглаждат преходните процеси.

При пуск I_n надвишава номиналния ток I_n 5 ...8 пъти. Това генерира топлина в проводниците, което оказва влияние върху продължителността на живота на двигателя. Потопяемите помпи нямат такъв недостатък, тъй като се охлаждат посредством преминаването на вода през тях. Водоразпределителната система не понася динамични пикове, тъй като те могат да нанесат поражения и аварии.

Често помпените съоръжения са подложени на спирания от токови удари или външни атмосферни условия. Плавният преход, заедно с определените защити, не допускат топлинно претоварване върху намотките на двигателя.

Устройствата контролират захранващата честота само при преходни процеси.

Възможно е управление на няколко помпени агрегати, които да работят с едно устройство чрез контролен. След развъртане на една помпа, устройството се превключва към следващата помпа. Недостатък на схемата е в ситуация, изискваща едновременно спиране на всички помпи в определена схема.

3.2 Устройства за регулиране на дебита на помпата

Помпи, имащи чести промени в консумирания дебит, са добра основа за добавянето им на контролиращи скоростта устройства [5]. Такива са честотопреобразователните апарати. Те осъществяват електронен контрол върху скоростта на мотора, която е в пряка връзка с дебита му. Основното предимство на честотните преобразуватели е в постигането на равновесие между необходимото количество вода и консумираната електроенергия от захранващата мрежа. Така при промяна на изразходеното количество, пропорционално се намалява и скоростта на помпата. Инвестицията се оправдава от направените икономии и спестените разходи по поддръжка. Но преобразователите не са приложими при всички случаи – системи под висок статичен напор или бавно протичащи потоци (слаб контрол върху потоците).

Задаваната от честотния инвертор захранваща честота, пряко влияе върху основните параметри на помпата. Но целта е снижаване на вложените разходи, без да губим функционалност на системата. Би било неоправдано да се влагат средства за устройства, които няма да бъдат ефективно използвани. Затова може да се приложи секторния подход за управление на всеки от моторите, чрез един преобразувател.

С цел осигуряване на непрекъснато водоподаване в градската мрежа в Ростов, Русия, са внедрени 3 степенна защита.

Първи степен: При изключване на честотния инвертор, помпите автоматично преминават към управление чрез устройството за плавен пуск. В допълнение на това се контролира пропорционално позицията на шибъра, която пряко влияе върху потока и налягането в системата.

Втора степен: В случай, че първата степен не сработи, се включват автоматично помпите и се поддържа налягане чрез пропорционалното положение на шибъра.

Трета степен: Ако и тук има пропуск, помпите се включват директно, а налягането се контролира ръчно съобразно ъгъла на положение на клина.

Пръхвърлянето към коя да е степен, гарантира, че няма да остави помпите повече от 10 секунди без захранване. Предотвратява се спиране на честотния преобразувател. Ако при превключване не бъде осигурено необходимото налягане, ще бъде пусната друга помпа посредством преобразувател за плавен пуск или честотен. Системата сигнализира за прогнозни аварии в Контролната зала. Цели:

- намаляване на енергийните разходи с 18 % (на база разходи за миналата година);
- намалявайки изходното налягане се подобриха работните условия върху клапана на шибъра и тръбната мрежа, намалиха се течовете от тръбопроводите (именно от тези тръби в България 60 % от изпомпената вода се губи).
- стабилизиране на налягането в градската мрежа, съобразно стандартите;
- намали се намесата от оперативния персонал за контрол на регулиращия потока орган.

До подобни резултати са достигнали служителите на Линдзи (Lindsey, Omaha, NE, USA) [7]. В своите помпени станции, предназначени за нуждите на земеделието, добавят честотен преобразувател за контрол на електромотора към помпения агрегат. Те не само намаляват енергийните разходи, но и контролират налягането в тръбите, което е от критично значение за предотвратяване запушване на дюзите.

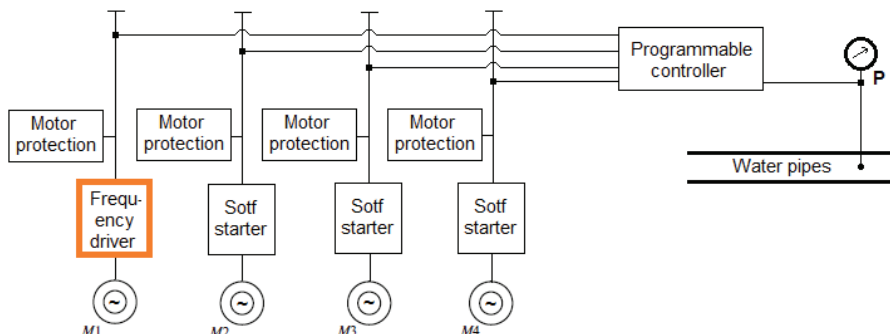
4. Предложение на система за управление на помпена станция

Подобно на предходната схема, се използват 4 помпени агрегати (електродвигатели). Помпената станция е разделена на 4 степени, като само на първия двигател е поставен честотен преобразувател, а останалите са с устройства за плавен пуск.

По схемата (Фиг. 1) биха могли да се контролира налягането във функция на дебита. Това би намалило течовете и пада върху контактните повърхности. Така при

достигане на определен праг на консумация се включва някоя от регулираните с плавен пуск групи, а честотния инвертор ще регулира дебита за гъвкаво обиране на резките промени.

Всеки електродвигател е снабден с комбинирана електронна защита.



Фиг. 1: Блокова схема на система за автоматично управление на помпен агрегат

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Намалението на енергийните разходи при управлението на помпените агрегати може и да надвиши 25 % (сравнява се с помпени агрегати управлявани без честотен преобразувател), но реалните промени идват в драстичното спадане течовете в тръбопроводната градска мрежа. Това е заслуга и на обратната връзка по налягане, където се осъществява стабилизация на този параметър.

Честотният инвертор, като преобразователно звено, да намалява общата ефективност по кпд на работата на помпения агрегат. Резултатите произтичат от прецизен контрол върху дебита на помпите осигурява посочените енергийни рационализации.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Корпоративна презентация Грундфос, Технофорум Търговище, 09.11.2011 г.
- [2] Яков, В., Анализирани системи за управление на водоснабдяването, сп. Екология и инфраструктура, 2013, брой 2
- [3] Яков, Венелин, Защити в електрозадвижванията, Русенски университет, 2009
- [4] Калинков, П., Проблеми пред Вик дружествата в Република България. Публични форми на управление и собственост.
- [5] Improving pumping system performance, Hydraulic Institute, Parsippany, New Jersey, USA, May, 2006
- [6] Pump Station Combined Control Based on High-Voltage Electric Drives, A. Semenov, K. Vasilev, A. Matrosov,
- [7] Improving irrigation roi, Lindsay Corp. Brochure, 2013

За контакти:

Даян Тачев, катедра Автоматика и мехатроника, Русенски университет „Ангел Кънчев“, тел: +359 898 42 66 20, email: dtachev@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.