

научно-технической конференции на тему «Современные проблемы механики» (Ташкент, 23-24 сентябрь 2009 г.). – 2009. -С. 231-234.

2. Аликулов П.У. Морозостойкость и коррозионная стойкость бетонных и железобетонных конструкции ГТС на примере Ташкентского водохранилища // Материалы республиканской научно-производственной конференции (26-27 ноябрь 2009 г., Ташкент). – 2009. - С. 233-236.

УДК 621.3:626.862.4

Разработка технологических основ и нетрадиционных источников электроснабжения насосных установок вертикального дренажа

Джабаров Н.Г., Джабаров А.Н.

Ташкентский институт ирригации и мелиорации

В ведении Министерства сельского и водного хозяйства РУз находятся 2208 скважин вертикального дренажа. Их эксплуатация требует свыше 2 млрд кВт час электроэнергии, удельный расход электрической энергии составляет 0,74 кВт час/м³. Для сравнения - удельный расход электроэнергии на насосных станциях большой мощности (630 кВт и более) составляет 0,27 кВт час/м³. Вместе с тем, по вилоятам эти показатели существенно отличаются: так, расход электроэнергии на 1 м³ подаваемой воды в Джизакском вилояте в 3 раза больше чем в Сырдарьинском вилояте, в Наманганском – более 6 раз, Кашкадарьинском более 8 раз и т.д.

В Республике Узбекистан разработана «Государственная Программа мелиоративного улучшения орошаемых земель на 2008-2012 г» [1].

В нынешних условиях, когда большая часть воздушных и кабельных линий электропередачи, трансформаторные подстанции, электронасосы с соответствующими подводящими и отводящими каналами, трубопроводы и др. требуют разработки энергоэффективных способов и установок, обеспечивающих рациональное использование электроэнергии [2, 3, 4].

Оперативный ввод предлагаемой системы электроснабжения и осуществление вертикально-горизонтального и лучевого дренажа – системы подачи водных ресурсов в направлении противоположной коллекторно-дренажной сети, а в случае необходимости путем смешивания их с пресными водами позволит добиться улучшения качества оросительных вод. Отметим, что более 65 процентов земель по республике являются мелиоративно не благополучными, более 85 процентов приводных электродвигателей и насосов физически и морально устарели, использование электроэнергии нельзя считать эффективным.

Теория и практика освоения целинных земель в Республике показали, что создание и поддержание оптимального мелиоративного режима возможно с ис-

пользованием вертикального дренажа в сочетании с горизонтально-наклонным и лучевого дренажа с развитой коллекторно-дренажной сетью [5]. Для оценки качества оросительной воды разработан Государственный стандарт ГОСТ-171203-90 «Охрана природы. Критерии и показатели качества воды для орошения». В соответствии с этим стандартом нормированию в оросительной воде подлежат 14 различных тяжелых металлов, пестициды, нитраты, фосфаты, феноль и др. В европейских странах используют критерий фитотоксичности, а в США разработаны нормы по 18 элементам, в том числе по 11 тяжелым металлам. В условиях Узбекистана наиболее токсичными являются анионы Cl и SO_4 , связанные с Na и Mg .

Объектом исследования и разработок являются регулируемые электроприводы как переменного так и постоянного тока насосных установок вертикального дренажа.

Цель работы – дать критический анализ состояния системы вертикального дренажа и на основе разработки технологических основ и применения нетрадиционных источников электроэнергии – солнечной, ветровой, новых топливных элементов, а также автопараметрической системы управления и защиты насосной установки вертикального дренажа подготовить обоснованный материал на перспективу до 2012 года.

Задача – улучшение мелиоративного состояния поливных земель, восстановление коллекторно-дренажных систем, реконструкция насосных станций, повышение надежности насосных установок системы вертикального дренажа.

Известно, что в естественных условиях на хорошо дренированных территориях формируются высокоплодородные незасоленные почвы при благоприятном гидротермическом режиме и природным саморегулированием обеспечивается оптимальный процесс почвообразования. Вместе с тем, при орошении почв эти процессы за счет «человеческого фактора» значительно ухудшаются.

Эффективность разработок определяется тем, что исключается строительство дорого стоящей традиционной линии электропередачи и трансформаторных подстанций. В качестве примера можно привести образование системы озер Арнасай, Тузкан и др., которая на сегодня является самой крупной системой озер в республике. По состоянию на 2004 год более 180 тыс. га земель в Джизакском и Наманганском вилоях затоплены. Под водой остались десятки километров дорог, газотрубопроводы, линии электропередачи и трансформаторные пункты и др. Ежегодный ущерб составляет более 700 млн. долларов США (данные Арнасай ТИА, 2005).

В свете изложенного отметим, что в электроэнергетической системе соответствующим регулированием величины потенциала узла в сети, при необходимости изменяют направление потока передаваемой электроэнергии, что аналогично процессам восходящих и нисходящих потоков воды в гидромелиоративной системе, т.е. в общей географической сфере – в совокупности взаимосвязанных и взаимно влияющих атмосферы, литосферы, гидросферы и биосферы, где в обоих случаях происходит обмен энергией и перенос веществ между составными их элементами.

В аридной зоне одним из главных факторов, определяющих уровень плодородия почв, является их водно-солевой режим. Поэтому разработка эффективного метода оптимального регулирования солевого режима засоленных почв была и остается одной из основных задач рассолительной мелиорации.

Здесь отметим, что за всю историю научно-практического изучения засоленных почв было предложено пять концепций регулирования водно-солевого режима

почв. Не вникая в подробности, отметим, что Концепция оптимизации водно-солевого режима поддерживается большинством мелиораторов, и ученых и практиков.

Следует особо заметить, что академиком Х.Ф. Фазыловым в области электроэнергетики впервые был разработан и внедрен на большой электроэнергетической системе бывшего Союза метод оптимизации электроэнергетической системы путем учета и регулирования узловых потенциалов, что нашло широкое применение на практике для оптимизации режимов системы.

Исходя из аналогии электрических величин (Э.Д.С., ток, напряжение, комплексные – активный, индуктивный и емкостной сопротивления линий электропередачи и нагрузок) и гидравлических, вернее электрогидротехнических величин (напор, расход, электронасос, напорный и подающие трубопроводы с соответствующими гидросопротивлениями и наконец почвогрунт с изменяющимися комплексными сопротивлениями – их реальные гидротехнические параметры) нам представляется целесообразным совместно со специалистами – гидрогеологами, гидромелиораторами, экологами, почвоведом и др., изучить возможность использования эффекта «конусов выноса». При этом отметим, что ряд конусов выноса были уничтожены из-за образования системы озер Айдаркуль, Тузкан и др.

В настоящее время разработка вопросов размещения новой системы вертикального дренажа и других систем, например системы лучевого дренажа, наклонно горизонтальных систем водоподачи, их управление а также защита электродвигателей являются наиболее актуальными [6, 7].

Отметим, что обширный класс устройств энергетики, автоматики промышленности, сельского и водного хозяйства требуют постоянного значения питающего тока при изменении сопротивления нагрузки в широких пределах. Изменение сопротивления при этом обуславливается, технологическими особенностями в них. В качестве примера можно указать на устройства, использующие элементы с крутопадающей вольтамперной характеристикой, например – газоразрядные лампы высокого давления, щелочные и кислотные аккумуляторы, широко используемые в агропромышленном комплексе.

Задача поддержания неизменной величины тока независимо от изменения параметров нагрузки при питании приемников тока от источника напряжения обычно решается путем включения различного рода стабилизирующих устройств. Однако сложность устройств – стабилизаторов компенсационного типа, узкий диапазон параметров, при котором возможна работа параметрических стабилизаторов ограничивают использование их в ряде устройств.

Гораздо экономичнее, проще и надежнее задачу стабилизации тока можно решить применением автопараметрического преобразователя источника напряжения в источник тока -основу схемы и теории построения которого составляет нелинейная электроферромагнитная цепь-последовательный конденсатор и насыщающийся трансформатор.

Однофазная схема преобразователя представлена на рис. 1.

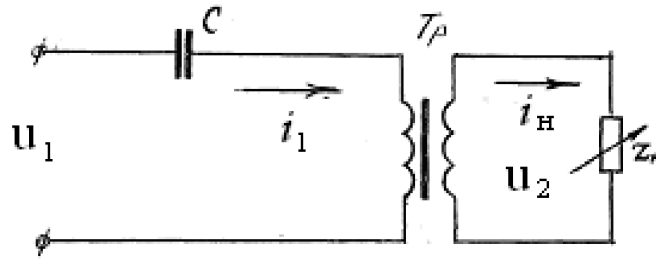


Рис. 1. Однофазная электрическая схема автопараметрического преобразователя источника напряжения в источник тока

Для этой схемы справедливы следующие уравнения:

$$\begin{aligned} u_1 &= r_1 i_1 + \frac{d\psi_1}{dt} + \frac{1}{C} \int i_1 dt + u_{C(0)} \\ -\frac{d\psi_2}{dt} &= r_2 i_2 + u_2 \\ i_1 w_1 + i_2 w_2 &= i_0 w_l \end{aligned} \quad (1)$$

здесь $u_1 = u_{\text{макс}} \sin \omega t$ - напряжение сети, w_1, w_2, r_1, r_2 - число витков и активные сопротивления обмоток трансформатора, i_1, i_2, i_0 - токи соответственно первичной, вторичной и намагничивающей цепей трансформатора, ψ_1 и ψ_2 - потокоцепления.

Применением метода комплексных амплитуд для приведенной схемы получена следующая система уравнений для токов:

$$\begin{aligned} \underline{I}_\mu &= -j \underline{U}_T (M + N \underline{U}_T^4) \\ \underline{I}_2 &= \frac{\underline{U}_T}{Z \ell^{j\alpha}} = \frac{\underline{U}_T}{Z (\cos \alpha - j \sin \alpha)} \\ \underline{I}_1 &= \underline{I}_\mu + \underline{I}_2 = \underline{U}_T \left[\frac{1}{2} (\cos \alpha - j \sin \alpha) - j (M + N \underline{U}_T^4) \right] \end{aligned} \quad (2)$$

где $\underline{I}_\mu, \underline{I}_2, \underline{I}_1$ - токи цепи намагничивания, нагрузки и первичной цепи трансформатора; $j = \sqrt{-1}$ - мнимое число. $\underline{I}_\mu = \underline{I}_0 = M \underline{U}_T + N \underline{U}_T^5$ - учитывает нелинейность цепи намагничивания трансформатора. Здесь M и N - коэффициенты аппроксимации вольтамперной характеристики насыщающегося трансформатора. Напряжение на конденсаторе $\underline{U}_C = \underline{I}(-j x_c)$, x_c - емкостное сопротивление.

Из условия равновесия напряжений $\underline{U}_1 = \underline{U}_C + \underline{U}_T$ установлено, что при выполнении условия

$$x_c (M + N \underline{U}_T^4) = I \quad (3)$$

величина тока нагрузки I_2 не зависит от величины сопротивления нагрузки. В относительных единицах ток рассчитывается по формуле:

$$I_{2*} = U_T n (1 - U_T^4) \sin \alpha + \sqrt{1 - U_T^2 n^2 (1 - U_T^4)^2 (1 - \sin^2 \alpha)}, \quad (4)$$

где $I_{2*} = \frac{I_2}{I_{2\text{рез}}}$; $U_{T*} = \frac{U_T}{U_{T\text{рез}}}$; $U = NZ_{\text{рез}} U_{T\text{рез}}^4$, n – коэффициент нелинейности

внешней характеристики преобразователя – т.е. автопараметрического преобразователя источника напряжения в источник тока.

Расчетная внешняя характеристика представлена на рис. 2.

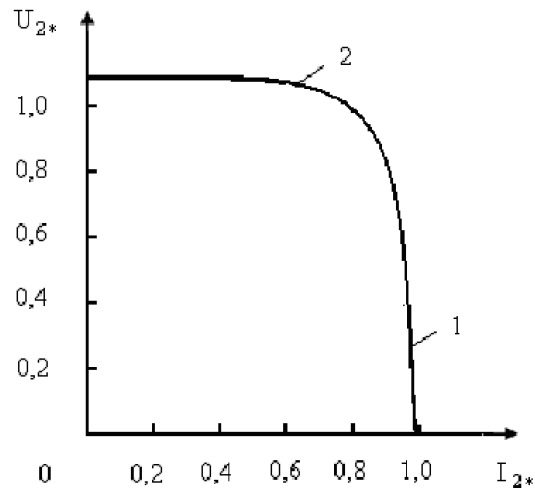


Рис. 2. Внешняя характеристика $U_{2*} = f(I_{2*})$ преобразователя

Из рис. 2. следует, что на внешней характеристике имеется два устойчивых участка:

- 1 – практически неизменная величина тока нагрузки – I_{2*}
- 2 – участок с неизменным напряжением – U_{2*}

Исходя из этих положений, предлагается определить коэффициенты аппроксимации по следующим формулам:

$$M = \frac{I}{x_c} - \frac{n}{Z_{\text{рез}}}, \quad N = \frac{n}{U_{T\text{рез}}^4 Z_{\text{рез}}}, \quad x_c = \frac{U_l}{I_{2\text{рез}}} \quad (5)$$

Отметим, что расчет параметров насыщающегося трансформатора производится по известной из литературы методике с учетом полученных значений коэффициентов M и N . Расчет выпрямителя в преобразователях с выходом на постоянном токе производится также по известной методике.

На базе изложенного нами разработаны и предварительно испытаны макетные образцы устройства заряда аккумуляторных батарей от ветрового нетрадиционного источника напряжения.

На рис. 3. представлена блок-схема устройства.

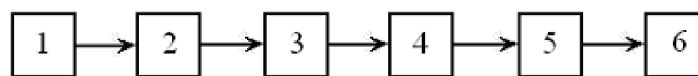


Рис. 3. Блок-схема устройства

1-ветровая электрическая станция. 2-выпрямитель (однофазный и трехфазные варианты). 3-свинцово-кислотная аккумуляторная батарея. 4-мотор-электрический двигатель постоянного тока. 5-маховик - накопитель энергии. 6-насосный агрегат

На рис. 4. представлен вариант установки с выходом на постоянном и переменном токах с регулируемой частотой вращения электродвигателя переменного тока.

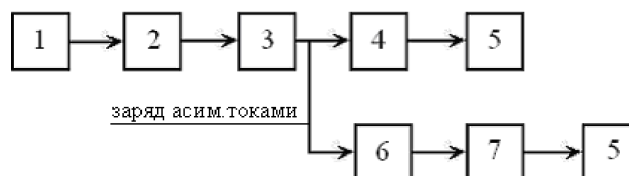


Рис. 4. Блок-схема установки с регулируемой частотой вращения электродвигателя

1- ветровая и дизельная электрическая станция; 2- выпрямитель; 3- аккумуляторная батарея, заряд которой осуществляется асимметричными токами прямого и обратного направления и различными их соотношениями по времени; 4- электродвигатель постоянного тока; 5- маховик (накопители механической энергии); 6- инвертор-преобразователь постоянного тока в переменный с регулируемой частотой ($f \leq 50$ Гц) для обеспечения плавного пуска электродвигателя насоса; 7-электродвигатель.

Разработан вариант схемы с маховиковым приводом с частотой вращения маховика до 12 тыс. об/мин. Для использования энергии последнего дополнительно предусматривается установка редуктора. Изложенные разработки предварительно испытаны на физической модели кафедры «Насосные установки» ТИИМ.

В заключение отметим, что эти разработки осуществляются по программе научно-исследовательских работ ТИИМ по договору с Министерством сельского и водного хозяйства на 2009-2010 годы.

Литература

1. Государственная Программа мелиоративного улучшения орошаемых земель на 2008-2012 гг.
2. Зенкова В.А. Использование гидротурбонасосных установок в Узбекистане // «Ўзбекистон Республикаси мелиорация ва сув хўжалиги ривожланишининг замонавий муаммолари» мавзусидаги халқаро илмий-техник анжуманининг материаллари. 2008 йил 27-29 ноябр. ТИМИ. – Тошкент, 2008. - 249-254 б.
3. Саидходжаев С.А., Саидходжаева Н.С. и др. Эффективность использования гидротарана в качестве насоса для поднятия воды // «Ўзбекистон Республика-

си мелиорация ва сув хўжалиги ривожланишининг замонавий муаммолари» мавзусидаги халқаро илмий-техник анжуманининг материаллари. 2008 йил 27-29 ноябр. ТИМИ. – Тошкент, 2008. - 265-267 б.

4. Ташматов Х.К., Хидиров А.А., Джураев К.С. Рекомендации по выбору и монтажу скважинных насосов // «Ўзбекистон Республикаси мелиорация ва сув хўжалиги ривожланишининг замонавий муаммолари» мавзусидаги халқаро илмий-техник анжуманининг материаллари. 2008 йил 27-29 ноябр. ТИМИ. – Тошкент, 2008. - 249-254 б. // «Ўзбекистон Республикаси мелиорация ва сув хўжалиги ривожланишининг замонавий муаммолари» мавзусидаги халқаро илмий-техник анжуманининг материаллари. 2008 йил 27-29 ноябр. ТИМИ. – Тошкент, 2008. - 278-280 б.

5. Камилов О.К. Мелиорация засоленных почв Узбекистана. – Ташкент, 1985.

6. Джабаров Н.Г., Азимов А.А. Устройство для регулирования расхода воды в скважинах вертикального дренажа. А.С. № 1142624 Бюл.изоб. 1985, № 8., № 1208154 Бюл.изоб. 1986, №4.

7. Джабаров Н.Г., Якубов М., Джабаров А.Н. Способ защиты асинхронного электродвигателя от перегрузки и устройство для его осуществления. Патент РУз. № IAP 03415, 2007.

УДК 626/627.624.15(083)

Установление критериев безопасности основания гидротехнических сооружений

Палуанов Д.Т.

Институт водных проблем АН РУз

Анализ некоторых аварий плотин показал, что в последнее время участились случаи разрушения плотин из-за отсутствия научно-обоснованных рекомендаций по установлению критериев безопасности их оснований, в частности, для плотин, основания которых сложены из аллювиальных отложений. Наличие в составе грунта оснований плывунов создает большой риск для безопасности плотин, на исследование вопросов равновесия и движения плывуна (грунтовой смеси) направлена настоящая работа.

Постановка задачи. Предполагается, что в слое грунта G_1 проницаемость k_1 , а в грунте G_2 проницаемость k_2 и имеет место неравенство $k_1 \gg k_2$. Поэтому верхний слой быстро намокает. Под действием силы тяжести плотины и гидродинамического давления фильтрационного потока воды происходит перемещение грунтовой массы в горизонтальном направлении на слое G_1 (рис. 1).