

В.А. Седнев, Н.В. Тетерина, А.В. Смуров
(Академия ГПС МЧС России; e-mail: sednev70@yandex.ru)

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ

Обоснована схема электроснабжения водонапорных башен, обеспечивающая устойчивое и гарантированное противопожарное водоснабжение в условиях воздействия природных пожаров на сельские населённые пункты.

Ключевые слова: населённый пункт, противопожарное водоснабжение, автономный источник электрической энергии.

V.A. Sednev, N.V. Teterina, A.V. Smurov
**ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL SUPPORT
OF FIRE-PREVENTION WATER SUPPLY
OF RURAL SETTLEMENTS**

Is substantiated the scheme of power supply of water towers, providing sustainable and guaranteed fire-prevention water supply under the impact of wildfires on rural settlements.

Key words: settlement, fire-prevention water supply, stand-alone source of electrical energy.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 14 января 2016 г.

Характерной особенностью водоснабжения в сельской местности является малая величина хозяйственно-питьевых расходов, по сравнению с расходами для тушения пожара [1].

Создание резервов водоснабжения для тушения пожаров ведёт к удорожанию водопровода, поэтому в сельских населённых пунктах устраивается только хозяйственно-производственный водопровод, а воду на противопожарные нужды забирают из противопожарных водоемов и резервуаров, располагаемых параллельно с водопроводом (рис. 1), который должен обеспечивать пополнение противопожарных запасов воды.

В качестве водонапорных и противопожарных сооружений в сельских населённых пунктах применяются металлические водонапорные башни-колонны (рис. 1) сборочно-блочной конструкции или башни из сборного железобетона. Башни-колонны выпускаются вместимостью 15 и 25 м³, при этом в её металлической опоре также содержится 14 или 25 м³ воды.

Пожарный объём воды в водонапорных башнях предусматривают в случаях, когда забор необходимого объёма воды для тушения пожара непосредственно из источника водоснабжения (артезианские скважины, очистные сооружения) технически невозможен или экономически нецелесообразен. Для использования этого объёма воды при пожаре рекомендуется устанавливать насос-повыситель, что позволяет создавать необходимое давление в противопожарном водопроводе.

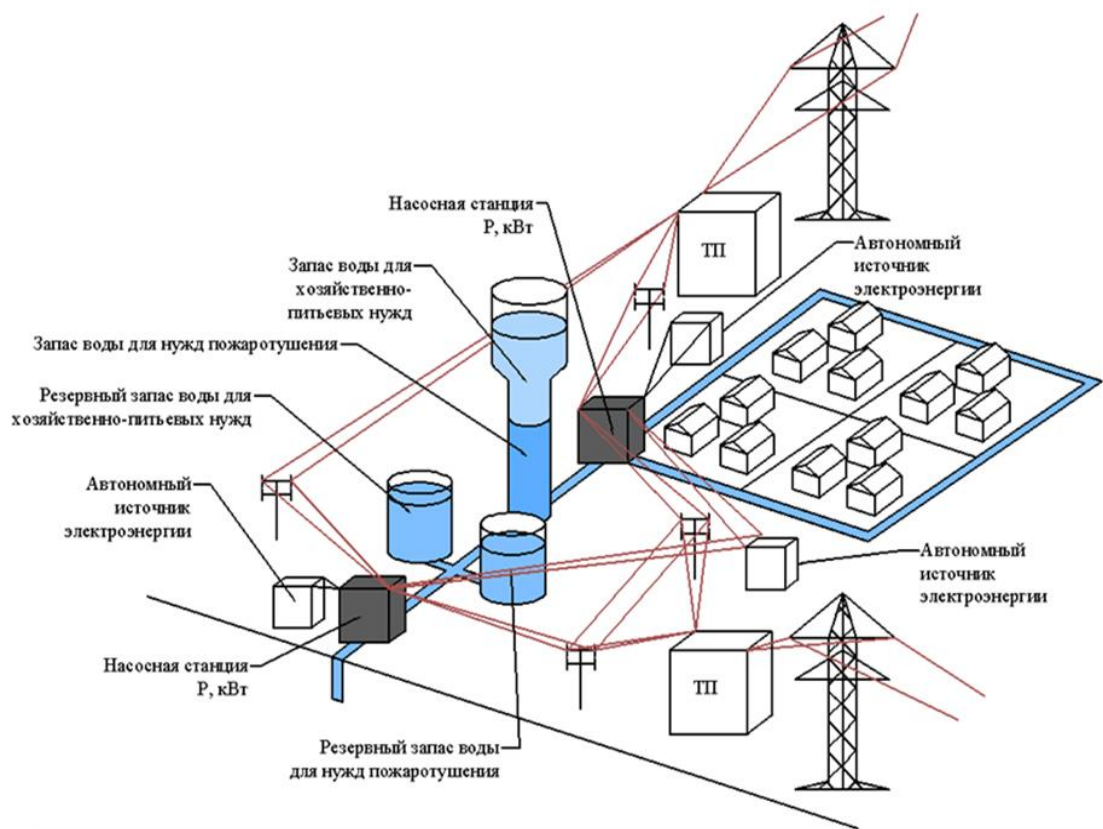


Рис. 1. Система водоснабжения сельского населенного пункта

При нарушении электроснабжения потребителей водонапорных башен (насоса-повысителя) возникает угроза нарушения противопожарного обеспечения и водоснабжения сельских населенных пунктов.

Потребители сельских населенных пунктов, как и электрооборудование водонапорных башен, обеспечиваются *электроэнергией (ЭЭ)* от Единой национальной энергетической системы, которая должна обеспечивать устойчивое снабжение ЭЭ потребителей.

Ведущая роль в обеспечении надёжности электроснабжения своих электроустановок принадлежит потребителю.

В соответствии с п. 1.2.13 *Правил устройства электроустановок (ПУЭ)* [2]: "При выборе независимых взаимно резервируемых источников питания, являющихся объектами энергосистемы, следует учитывать вероятность одновременного зависящего кратковременного снижения или полного исчезновения напряжения на время действия релейной защиты и автоматики при повреждениях в электрической части энергосистемы, а также одновременного длительного исчезновения напряжения на этих источниках при тяжёлых системных авариях".

Таким образом, если потребитель не может допустить даже кратковременного исчезновения питания *электроприёмников (ЭП)*, он должен позаботиться о третьем (собственном) *источнике электрической энергии (ИЭЭ)*. Уровень надёжности определяют числом и длительностью перерывов питания

в течение выбранного промежутка времени и недоотпуском ЭЭ. В качестве количественной оценки уровней надёжности электроснабжения часто используется ущерб от перерывов подачи ЭЭ [3].

Оценка надёжности электроснабжения потребителей осуществляется на основе рекомендаций ПУЭ, которые не содержат нормативов надёжности, а являются обобщением опыта проектирования и эксплуатации электрических систем, сетей и установок.

По надёжности электроснабжения, в основном, определяется характером потребителей, их ролью, важностью, масштабом ущерба при перерывах электроснабжения.

В отношении надёжности электроснабжения все ЭП подразделяют на три категории, причем категория относится к виду ЭП, а не к потребителю в целом, при этом ЭП 1-й категории должны обеспечиваться питанием от двух независимых источников и перерыв их электроснабжения может быть допущен только на время автоматического ввода резервного питания.

Для объектов, требующих повышенной надёжности электроснабжения, когда перерыв в электроснабжении ЭП угрожает жизни людей (рис. 1) или может приводить к взрывам и разрушениям технологического оборудования, кроме двух основных источников, может предусматриваться третий (аварийный), независимый источник, мощность которого должна быть достаточна для безаварийного останова производства, который должен находиться в готовности к немедленному включению и автоматически включаться при исчезновении напряжения на обоих основных источниках питания. При небольшой мощности ЭП 1-й категории в качестве второго (третьего) ИЭЭ могут быть использованы передвижные электростанции, а также электрические связи с ближайшими, нормально для данного объекта не используемыми источниками, имеющими независимое питание с автоматическим включением резерва.

Для ЭП 2-й категории допустимы перерывы электроснабжения на время включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной бригады и допускается питание ЭП 2-й категории по одной воздушной линии, а при наличии передвижного резервного трансформатора допускается питание от одного трансформатора.

Для ЭП 3-й категории допускаются перерывы электроснабжения на время ремонта поврежденного элемента СЭС, но не свыше суток.

Надёжность схем сетей, питающих потребителей первой группы, оценивается [4]:

- средней частотой перерывов электроснабжения потребителей и математическим ожиданием суммарной длительности перерывов электроснабжения в течение года;
- средней длительностью одного перерыва;
- вероятностью возникновения не менее одного перерыва электроснабжения в год.

При наличии нескольких вариантов оптимальный вариант определяется минимумом приведенных затрат.

При оценке надёжности схем сетей потребителей второй группы дополнительно определяют величину ожидаемого ущерба от нарушений электроснабжения.

Для обеспечения оптимального уровня надёжности энергоснабжения потребителей необходимо создание резерва мощности, а критерием выбора величины резерва является минимум суммарных приведенных затрат: в энергетике – на установку и эксплуатацию дополнительной резервной мощности, у потребителей – на компенсацию ущерба от недоотпуска ЭЭ и отсутствия противопожарного водоснабжения.

Сельские электрические сети характеризуются значительной протяженностью и относительно малой плотностью нагрузок [5].

Таким образом, при прекращении электроснабжения от государственной энергосистемы возникает (или может возникнуть) необходимость перевода потребителей системы противопожарного водоснабжения на автономное электроснабжение, соблюдая мероприятия по обеспечению электробезопасности.

В электроустановках напряжением до 1000 В применяются два режима работы нейтрали: изолированной и глухозаземленной, причем источники электрической энергии и стационарные потребители имеют различные режимы работы нейтрали, и задача заключается в согласовании режима работы нейтрали со способом защиты от поражения электрическим током.

При этом возможны [3] три варианта сопряжения ИЭЭ и стационарных потребителей.

Первый вариант предполагает использование *разделительного трансформатора (РТ)* с коэффициентом трансформации ИЭЭ при сопряжении ИЭЭ с напряжением $U = 400 \text{ В}$, и $\sqrt{3}$ – при сопряжении ИЭЭ с $U = 230 \text{ В}$. В этом случае ИЭЭ подключается к первичной обмотке РТ и работает в режиме с изолированной нейтралью (рис. 2).

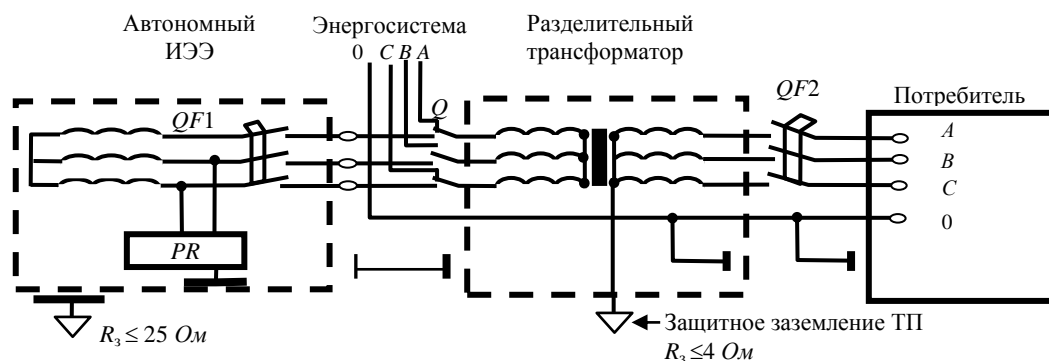


Рис. 2. Схема сопряжения ИЭЭ и стационарных потребителей с использованием разделительного трансформатора

Для защиты персонала со стороны ИЭЭ используется основная или вспомогательная система *технических способов защиты (ТСЗ)*. Нейтраль вторичной обмотки РТ глухо заземляется; защита персонала у потребителей, подключенных к вторичной обмотке РТ, осуществляется средствами, предусмотренными у стационарных потребителей для штатного режима работы.

Второй вариант предусматривает перевод потребителей в режим работы с изолированной нейтралью, при этом нулевой провод потребителей отключают от заземления *трансформаторной подстанции (ТП)* и подключают к изолированной нейтрали ИЭЭ (рис. 3). От нулевого провода потребителей должны быть отсоединены повторные заземления. Если после этого сопротивление изоляции относительно земли отвечает требованиям, то вариант принимается к использованию. Для обеспечения безопасности применяются штатные ТСЗ, предусмотренные для ИЭЭ. Этот вариант требует относительно продолжительного подготовительного периода и целесообразен при хорошем состоянии изоляции сети и потребителя.

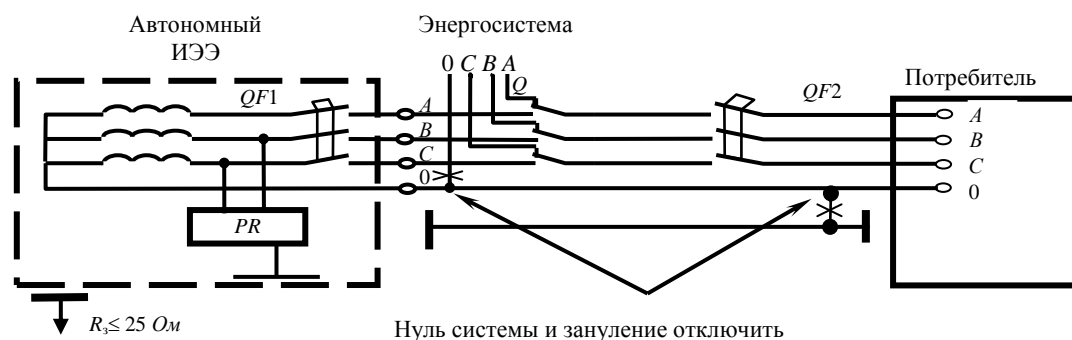


Рис. 3. Схема приведения стационарных потребителей к режиму работы с изолированной нейтралью

Третий вариант (рис. 4) предусматривает перевод ИЭЭ в режим работы с глухозаземленной нейтралью: нейтраль ИЭЭ подключается к заземляющему устройству ТП (нулевому проводу сети) и соединяется с корпусом, то есть выполняется зануление. При разворачивании ИЭЭ на удалении от ТП следует дополнительно установить защитное заземление и подключить его к ИЭЭ. Применение варианта предъявляет жесткие требования к сечению заземляющих и зануляющих проводников.

Мероприятия по переводу потребителей на автономное электроснабжение могут выполняться заблаговременно и в ходе перевода. Причем должны выполняться организационные и технические мероприятия, содержание и объём которых зависит от способа перевода имеющихся сил, средств и времени.

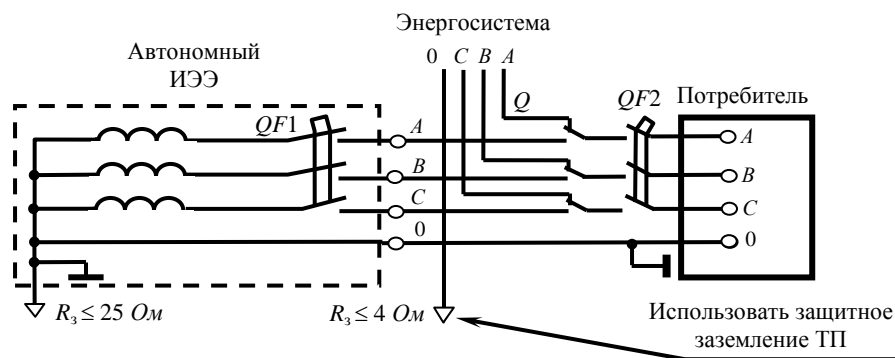


Рис. 4. Схема приведения ИЭЭ к режиму работы с глухозаземленной нейтралью

Проведение организационных мероприятий имеет целью подготовить персонал, источники электрической энергии и потребителей к переходу на автономное резервное электроснабжение в чрезвычайной ситуации. Подготовку следует начинать с составления схемы питания потребителей, выявления таких потребителей и расчёта необходимой мощности. При этом должны запрашиваться и приобретаться ИЭЭ для покрытия недостающей мощности, определяться места подключения ИЭЭ к потребителям и отключения стационарных потребителей от энергосистемы.

Необходимо также произвести расчёт часового и суточного расходов топлива и масла и предусмотреть запасы и средства дозаправки.

Для перевода на автономное электроснабжение и обслуживание за ИЭЭ закрепляются расчёты, куда включаются лица, допущенные по состоянию здоровья к работе с электроустановками, подготовленные по устройству и безопасной эксплуатации и получившие квалификационные группы (не ниже II).

При отсутствии электромехаников должно быть осуществлена их подготовка, в ходе которой личный состав изучает устройство ИЭЭ, правила техники электробезопасности и приемы эксплуатации. Лицам, прошедшим подготовку, присваивается квалификационная группа с выдачей удостоверения.

После проверки знаний обучаемые допускаются к стажированию на рабочем месте продолжительностью не менее 2 недель (не менее 50 часов). По окончании стажировки обучаемый допускается к самостоятельной работе и закрепляется за ИЭЭ.

Выполнение технических мероприятий имеет целью подготовить потребителей и передвижные ИЭЭ к эксплуатации в условиях автономного электроснабжения, обеспечить электробезопасность и сократить время перехода в режим автономного электроснабжения.

На ИЭЭ, находящихся в эксплуатации, должно быть проведено очередное техническое обслуживание. Особое внимание необходимо обратить на сопротивление изоляции, которое должно быть не менее 0,5 МОм.

Заблаговременно следует проверить порядок чередования фаз на передвижном ИЭЭ и у потребителя в месте подключения. При несовпадении порядка чередования фаз меняют местами две фазы генератора.

В месте подключения ИЭЭ должен быть установлен двухпозиционный переключатель, обеспечивающий подключение потребителей к энергосистеме или к автономному ИЭЭ. Все потребители должны быть проверены на надёжность присоединения зануляющих проводников.

Подключившись к нулевому проводу в точке присоединения ИЭЭ, измеряют сопротивление заземления, величина которого не должна превышать 4 Ом, – в противном случае следует сооружать дополнительное защитное заземление на площадке, где будут разворачиваться ИЭЭ.

Для обеспечения электробезопасности измеряется сопротивление петли фаза – нуль. Это сопротивление измеряется дважды у потребителя наибольшей мощности: первое измерение проводится для случая питания от энергосистемы; второе – для случая питания от автономного ИЭЭ. Если сопротивление петли фаза – нуль по первому измерению больше, чем по второму, то, в случае повреждения изоляции, время срабатывания защиты обеспечит безопасность.

При использовании третьего варианта сопряжения ИЭЭ и потребителя нулевой вывод ИЭЭ необходимо соединить с корпусом источника, а четвертую жилу соединительного кабеля – с нулем стационарной сети.

Таким образом, при заблаговременной подготовке перевода потребителей водонапорных и противопожарных сооружений населенных пунктов на автономное электроснабжение предпочтительны первый и второй варианты, обеспечивающие наибольшую безопасность людей, а при срочном переходе целесообразно использовать менее трудоемкий третий вариант.

Литература

1. *Седнев В.А., Тетерина Н.В.* Зимний водозабор водоема и незамерзающая ледовая лунка для обеспечения пожарной безопасности индивидуальных и коллективных домовладений // Матер. XXVI междунар. науч.-практ. конф. "Предупреждение. Спасение. Помощь". Новогорск: АГЗ МЧС России, 2016.

2. *Правила* устройства электроустановок: утв. Приказом Минэнерго России от 8 июля 2002 г. № 204.

3. *Седнев В.А., Смуrows А.В.* Методы оценки и обоснования мероприятий по обеспечению электроэнергетической безопасности субъектов Российской Федерации в условиях чрезвычайных ситуаций: монография. М.: Академия ГПС МЧС России, 2014. 125 с.

4. *Гук Ю.Б., Долгов П.П., Окороков В.Р. и др.* Комплексный анализ эффективности технических решений в энергетике. Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отделение, 1985. 176 с.

5. *Электротехнический справочник* / Под ред. П.Г. Грудинского, М.Г. Чиликина и др. М.: "Энергия", 1972. 816 с.