

НЕОБХОДИМОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ЭНЕРГОНЕЗАВИСИМЫХ СИСТЕМ ОТКЛЮЧЕНИЯ ГАЗО-, ВОДО- И ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ В СЕЙСМООПАСНЫХ ЗОНАХ

Одинцов А.Н., Ничкова Л.А., Герасимов А.Р., Скрыпник В.С.

ФГАОУ ВО Севастопольский государственный университет,
299053, г. Севастополь, Российская федерация, ул. Университетская, 33, e-mail:nichkova@sevsu.ru

Аннотация. Статья посвящена анализу проблем при возникновении трудно прогнозируемых чрезвычайных ситуаций природного характера. Рассматриваются вопросы связанные с использованием системы автоматического отключения газо-, водо- и электроснабжения на промышленных предприятиях и жилых помещениях. Установлено, что система автоматического отключения должны иметь наименьшую временную задержку. Особое внимание уделяется также должно уделяться автономности и энергонезависимости. Проведенный анализ показал, что при землетрясении может быть использована система с использованием «гравитационного аккумулятора энергии, что позволит получить наименьшую временную задержку, а также такая система не требует каких-либо дополнительных затрат энергии, специального контроля и обслуживания.

Ключевые слова: автоматическая система отключения, землетрясение, пожар, короткое замыкание, магнитуда, шаровый кран, автоматы.

ВВЕДЕНИЕ

Как показывает анализ различных публикаций, например [1], при возникновении трудно прогнозируемых чрезвычайных ситуаций природного характера, прежде всего землетрясений, на многих промышленных объектах, а также в жилых помещениях часто возникают пожары, а иногда и взрывы газа. Это происходит из-за невозможности быстрого отключения задействованных электрических устройств и газовых приборов.

Актуальность темы данной работы подтверждается чрезвычайной обстановкой возникшей после сильного землетрясения в Японии 11 марта 2011 года. Уместно привести слова жителя г. Токио, сказанные им в интервью 1 каналу ОРТ: «... написано много инструкций и рекомендаций о том, как себя вести во время землетрясения. В них говорится о необходимости отключения электричества и газа, но кто же будет их выполнять во время землетрясения».

В настоящее время на крупных электрических подстанциях и других распределительных узлах газо- и водообеспечения существуют системы отключения. Они могут быть автоматическими или автоматизированными, т.е. находиться под постоянным контролем человека-оператора.

Так при *централизованном* способе отключения электрической энергии в регионе, в котором произошло землетрясение может иметь место временная задержка Δt , поскольку эпицентр и система отключения могут находиться на значительном расстоянии друг от друга [2]. В этом случае при падении (разрушении и т.п. ситуации) любого электрического прибора может произойти короткое замыкание и его возгорание. При централизованном отключении подачи газа временная задержка Δt будет еще большей, поскольку газ в системе находится под избыточным давлением.

Помимо этого, во многих помещениях используется водяное отопление, а также имеются системы холодного и горячего водоснабжения. Все они также находятся под избыточным давлением и, в случае нарушения герметичности хотя бы одной из этих систем, произойдет частичное затопление такого помещения, а также помещений, расположенных на более низких этажах. В результате чего там также может возникнуть пробой на корпус или короткое замыкание, которое в дальнейшем может привести к электротравме, пожару или взрыву.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Последовательность развития возможных событий в результате воздействия землетрясения с магнитудой $M > M_{\text{Доп}}$ на различные системы приведена на рисунке 1. Под $M_{\text{Доп}}$, в данном случае принимается магнитуда, при которой в рассматриваемой точке (или на рассматриваемом объекте) могут произойти значительные разрушения. Здесь следует полностью согласиться с подходом,

изложенным в источнике [3], в котором отмечается, что степень разрушения целесообразно учитывать исходя из интенсивности землетрясения. По рисунку 1 видно, что даже при частичном разрушении или нарушении целостности любой из выше названных систем все может закончиться возникновением пожара (или взрывом), а также получением электротравм различной степени тяжести.

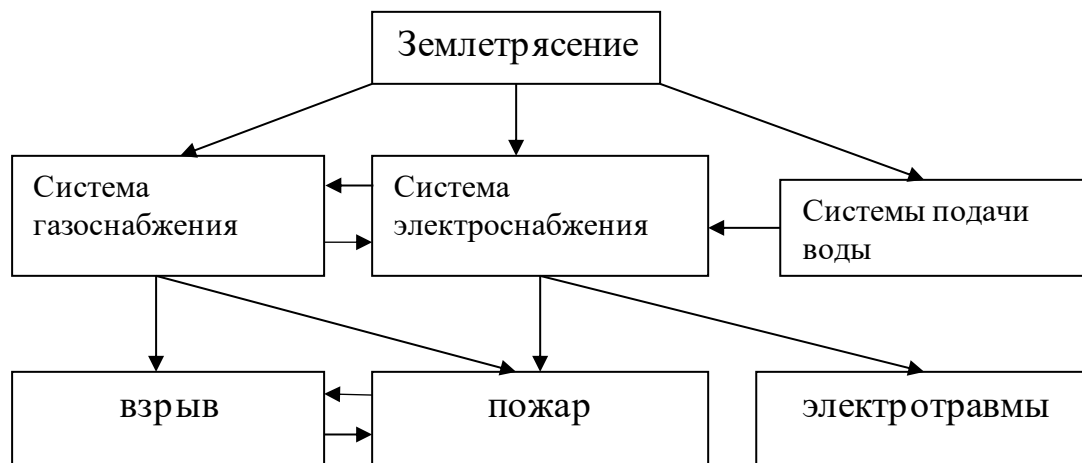


Рис.1. Вероятное развитие событий в результате воздействия землетрясения с магнитудой $M > M_{кр}$

Наименьшую временную задержку $\Delta\tau$ будут иметь системы централизованного автоматического отключения, которая будет складываться из:

$$\Delta\tau = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 + \dots = \sum_{i=1}^n \tau_i \quad (1)$$

где, τ_1 – время прохождения сейсмической волны от эпицентра землетрясения до датчика сейсмической активности, установленного на распределительном узле;

τ_2 – время обработки входного сигнала и анализ «критичности» ситуации, выработка системой управляющего сигнала;

τ_3 – время срабатывания системы отключения;

τ_4 – время принятия решения оператором, для эргатических систем (для автоматических систем можно принять $\tau_4=0$)

Для оценки временной задержки $\Delta\tau$ при отключении системы газоснабжения, в выражение (1) необходимо добавить τ_5 - время снижения давления газа в трубопроводе до атмосферного. Аналогичным образом следует учитывать и временную задержку в системах водоснабжения.

Из выражения (1) видно, что минимальная временная задержка $\Delta\tau$ может быть получена только в автоматических системах отключения.

Другим вариантом решения поставленной выше проблемы может быть использование *децентрализованных* систем отключения. Для повышения их надежности и эффективности все они должны располагаться непосредственно на защищаемых объектах, например, в квартирах. Такие системы должны быть автономны и энергонезависимы, т.е. должны иметь в своем составе некий «аккумулятор энергии» способный гарантированно выполнить поставленную задачу – перекрыть подачу газа и воды, а также отключить электроэнергию. По нашему мнению, рассматриваемые системы должны иметь возможность их интеграции в систему «умный дом».

Так, например, в качестве аккумулятора может быть использован некий груз массой m приподнятый и закрепленный на небольшой высоте h . В этом случае он будет обладать потенциальной энергией $E_{п} = mgh$. На рисунке 2 показан пример использования потенциальной энергии груза массой m для поворота рукоятки шарового крана на 90° .

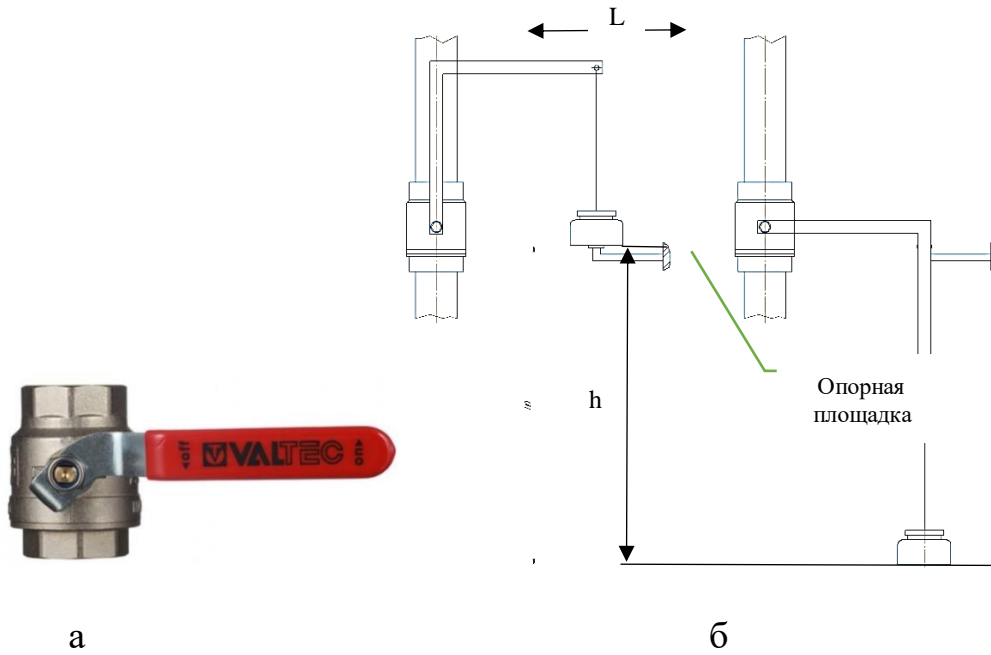


Рис. 2. Пример использования груза массой m для закрытия шарового крана.
 а – типичный шаровый кран в положении закрыто (изображение взято из открытых источников);
 б – модернизированный шаровый кран со специальным «Г-образным рычагом».

Как видно из рисунке 2,б, необходимо подобрать длину L «Г-образного рычага» исходя из условия $L \cdot mg > M_k (H/m)$, которое позволит обеспечить преодоление момента сопротивления крана M_k и поворот рычага шарового крана на 90 градусов. Необходимо также изготовить специальную опорную площадку для размещения на ней груза и подобрать массу m самого груза, обеспечивающую надежное перекрытие крана.

По аналогичной схеме может быть выполнена и система отключения электропитания. Типичная схема ввода и устройство электрического щитка в бытовом помещении, представлена на рис. 3. Общий вид электрического автомата и его характерные габаритные размеры представлены на рис. 4.

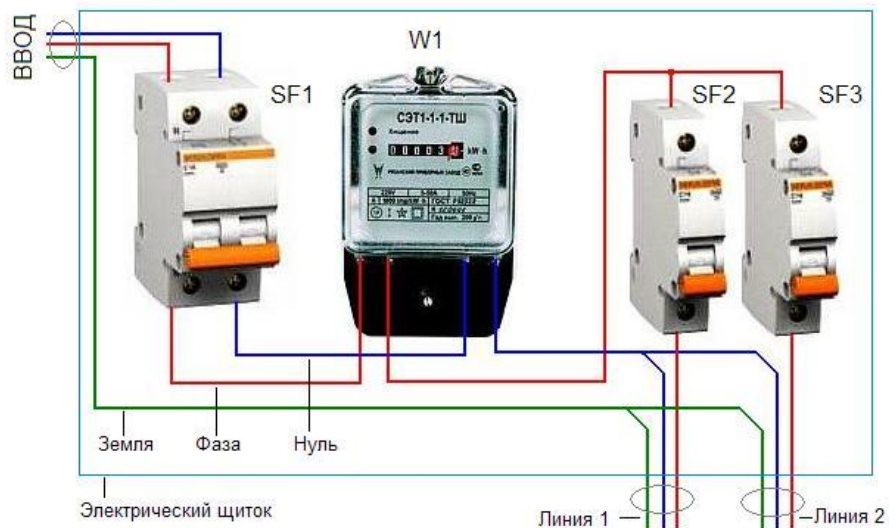


Рис. 3. Типичная схема электрического щитка в бытовом помещении (изображение взято из открытых источников)

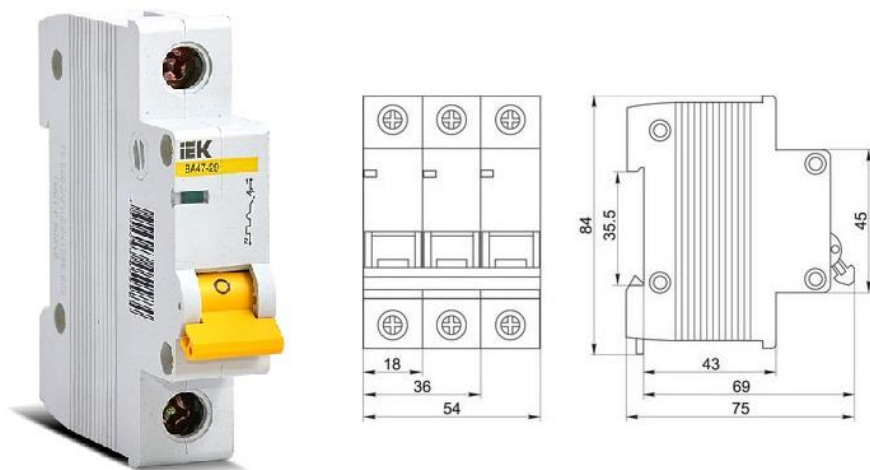


Рис. 4. Общий вид электрического автомата и характерные габаритные и присоединительные размеры (изображение взято из открытых источников)

Как видно из рисунка 4, автоматы могут представлять из себя уже готовые сборки от одного до четырех штук, в зависимости от применяемой системы электроснабжения. Рычажки каждого автомата могут быть объединены специальной планкой соответствующей длины, которая позволяет производить их одновременное включение или отключение.

Конструктивное исполнение системы автоматического отключения при землетрясении с использованием груза массой m показано на рисунке 5.

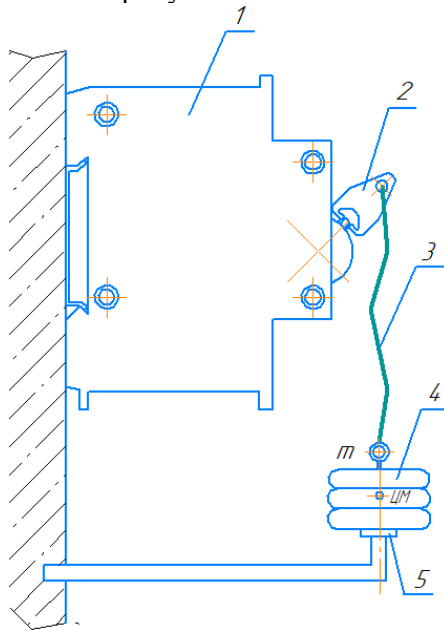


Рис. 5. Система отключения электропитания с использованием груза массой m

В представленной на рисунке 5 схеме, потребуется установить (или заменить) специальную планку (2) с удлинённым хвостовиком с отверстием, к которому будет закреплен гибкий шнур (3), соединенный со специальным грузиком массой m (4). Масса грузика должна быть подобрана исходя из количества спакетированных автоматов. Центр массы грузиком, также, как и в схеме с краном, должен находиться над специальной опорной площадкой (5), которая позволит ему упасть при смещении в горизонтальной плоскости, вызванном землетрясением.

Для определения требуемой массы грузика, оптимизации его формы, а также для определения площади опорной поверхности необходимо выполнить соответствующие

теоретические расчеты и провести натурные эксперименты, которые смогут подтвердить работоспособность предлагаемого технического решения.

По нашему мнению, за «минимальный пороговый уровень» срабатывания предлагаемой системы отключения можно принять колебания земной поверхности уже начиная с диапазона в 4 – 5 балла по шкале MSK-64 [4], которая в настоящее время применяется в РФ. Так колебания в 4 балла ощущают большинство людей, в зданиях при этом могут дребезжать стекла, посуда. Колебания в 5 баллов по оценке [4] считается довольно сильным. В помещениях будут раскачиваться висящие предметы, например, люстры, заметны колебания мебели, появляются трещины в оконных стеклах и штукатурке.

Хотя при уровне колебаний в 5 баллов и не будет происходить разрушение защищаемого объекта, основной задачей системы отключения является предотвращение возможного дальнейшего негативного развития ситуации при повторных, зачастую более мощных подземных толчках.

ВЫВОДЫ

Для предотвращения возможного развития опасной ситуации (пожар, взрыв, поражение электрической энергией) при землетрясении может быть использована система с использованием «гравитационного аккумулятора энергии» – грузика определенной массы, способного при заданном уровне колебаний земной коры отключить подачу газа, воды или электропитания на защищаемом объекте.

Гравитационный аккумулятор (грузик требуемой массы), после его установки на специальную опорную площадку не требует каких-либо дополнительных затрат энергии, специального контроля и обслуживания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» [Интернет ресурс] / - режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-faktorov-pozhara-pri-zemletryasenyah/viewer>

2. Севриков, А.И. О необходимости создания систем локального автоматического отключения сетей энергоснабжения [Текст] / А.И. Севриков, А.Н. Одинцов // Прогрессивные направления развития машино-приборостроительных отраслей и транспорта: мат. междунар. науч.-техн. конф. студ., аспирантов и молодых ученых, г. Севастополь, 17-19 мая 2011 г. – Севастополь: 2011. – С.334 – 335.

3. МЧС России [Интернет ресурс] / - режим доступа: <https://65.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/4279618>

4. ГОСТ Р 57546-2017. Землетрясения. Шкала сейсмической интенсивности [Текст]. - Взамен ГОСТ 53166-2008; Введ. с 19.07.17. – М.: Изд-во стандартов, 2017.-27 с.

THE NECESSITY OF IMPLEMENTATION OF ENERGY-INDEPENDENT GAS, WATER AND ELECTRIC SUPPLY SYSTEMS IN SEISMIC ZONES

Odintsov A.N., Nichkova L.A., Gerasimov A.R., Skrypnik V.S.

FGAOU VO Sevastopol State University, 299053, Sevastopol, Russian Federation, st.Universitetskaya 33,
e-mail: nichkova@sevsu.ru

Annotation. The article is devoted to the analysis of problems in the occurrence of difficult to predict natural emergencies. The issues related to the use of the system of automatic shutdown of gas, water and power supply at industrial enterprises and residential premises are considered. It has been established that the automatic shutdown system should have the smallest time delay. Particular attention should also be paid to autonomy and energy independence. The analysis showed that during an earthquake, a system using a “gravitational energy accumulator” can be used, which will allow obtaining the shortest time delay, and such a system does not require any additional energy consumption, special control and maintenance.

Key words: automatic shutdown system, earthquake, fire, short circuit, magnitude, ball valve, automatic machines.