

EDN: XJJNZO

УДК 628.396

А. С. ПАВЛЮЧЕНКО^а, Н. И. ГРИГОРЕНКО^б^а АО «НИПИГазпереработка», Российская Федерация, Донецкая Народная Республика, г. Донецк;^б ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», Российская Федерация, Донецкая Народная Республика, г. о. Макеевский, г. Макеевка

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ ЛОГИКИ УПРАВЛЕНИЯ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Аннотация. В условиях современных реалий работы инженеров-проектировщиков и технологов водоснабжения и водоотведения особое внимание необходимо уделять вопросам автоматизации работы проектируемых объектов, в том числе насосных станций пожаротушения промышленных предприятий. Основным документом, который отражает задание для инженеров КИПиА по установке датчиков, организации работы системы и пуско-наладочных работ является «логика управления». Данные по проектированию логики описаны очень поверхностно и не дают представления об ее основных этапах и порядке составления. В этой статье приведена универсальная логика управления насосной станцией пожаротушения на промышленных предприятиях, которая отражает основные этапы ее работы при возникновении пожара. Данный шаблон может быть использован проектировщиками и технологами как основа с индивидуальными дополнениями или исключениями в зависимости от условий проектирования.

Ключевые слова: пожаротушение, пожарные насосы, автоматизация, логика управления, тег, тегирование.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ

На сегодняшний день перед инженерами-проектировщиками стоит задача интеллектуального проектирования и активного внедрения технологий, позволяющих объектам работать в автономном режиме. Данные требования внедряются и в нормативы по проектированию систем пожаротушения. Согласно [1] п. 11.3 противопожарные насосные станции как правило должны проектироваться без постоянного обслуживающего персонала с управлением: автоматическим, дистанционным (телемеханическим) – из пункта управления или местным – периодически приходящим персоналом с передачей необходимых сигналов на пункт управления или пункт с постоянным присутствием обслуживающего персонала.

Работа насосных станций характеризуется изменчивостью режимов работы, что может стать причиной возникновения таких явлений как гидроудар, кавитация или нарушение сплошности потока жидкости и может привести к износу элементов станции и снижению энергоэффективности ее работы. Что касается противопожарных насосных станций, то на большинстве объектов применяется автоматическая система обнаружения пожаров. Но практика показала, что во время эксплуатации постоянно происходят ложные срабатывания пожарной сигнализации – это одна из самых актуальных проблем на данный момент [4]. При ложном срабатывании системы может запуститься пожарный насос, и если в системе на данный момент нет водоразбора или он минимален, то создаются условия для гидроудара. В свою очередь, это ведет к выходу из строя части системы пожаротушения, что крайне нежелательно на промышленных объектах, может возникнуть серьезное повреждение линии, даже в пределах насосной станции незакрепленные участки труб без промежуточных опор могут быть повреждены резонансными колебаниями [5].

В связи со множеством влияющих на работу системы факторов и контролируемых параметров в случае возникновения внештатной или аварийной ситуации зачастую оператору довольно сложно принять правильное решение или достичь согласованности действий в условиях ограниченного



времени или эмоциональной нагрузки. При этом наиболее целесообразным путем обеспечения эффективного управления режимами работы насосных станций в условиях возникновения нестационарных процессов является построение комплексной интегрированной системы диагностики и управления на основе новых подходов с использованием интеллектуальных технологий [3].

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Вопросу автоматизации насосных станций посвящено множество научных статей, однако в них рассмотрен процесс управления с точки зрения инженера КИПиА, а не технологии [3]. Однако, прежде чем отдел контрольно-измерительных приборов и автоматики приступит к работе, инженер-технолог по водоснабжению должен пошагово расписать работу насосной станции на каждом ее этапе в различных режимах и условиях с указанием мест установки датчиков необходимых параметров. При этом выполнение данного вида работ можно упростить, если создать универсальный шаблон основных этапов работы того или иного объекта и использовать его как основу с индивидуальными дополнениями или исключениями в зависимости от условий проектирования. В отечественной литературе 70-х годов (А. Е. Кузнецова) встречаются попытки упорядочить действия инженера ВК по автоматизации насосной станции, однако на сегодняшний день эти сведения неполны и несколько устарели.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработка универсальной логики управления насосными станциями пожаротушения на промышленных предприятиях и упрощение работы инженера-проектировщика при ее составлении.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Для разработки универсальной логики управления насосными станциями пожаротушения принята типовая насосная станция. Несмотря на то, что в каждом конкретном случае проектирования могут быть отличия в количестве оборудования и местах его расположения следующие пункты являются универсальными и могут быть взяты за основу с некоторыми личными дополнениями инженера, разрабатывающего документ логики управления НС для отдела КИПиА. На рисунке приведена стандартная технологическая схема работы насосной станции пожаротушения на промышленном предприятии.

При проектировании насосной станции противопожарного водоснабжения промышленного предприятия расчет необходимо выполнять в соответствии с разделом 5 [1]. на случай возникновения максимального пожара из возможных с учетом расхода на внутреннее и наружное пожаротушение или орошение и тушение аппаратов. Также для насосных станций необходимо соблюдать требования [2] п. 11.27 по защите от гидроударов. Для защиты от гидравлического удара допускается применять: сброс воды из напорной линии во всасывающую, выпуск воды в местах возможного образования разрывов сплошности потока в водопроводе.

Одним из важных моментов управления и работы противопожарной насосной станции является автоматический контроль параметров системы. Без этого невозможна и работа алгоритма логики управления насосной станции. Основные параметры, которые необходимо контролировать: давление, расход и температура воды, температура подшипников пожарных насосов, уровни воды в резервуарах, положение запорных устройств и др. Немаловажно месторасположение манометров и датчиков температуры на сети, их необходимо устанавливать на всасывающей, напорной линиях и в самой удаленной точке от насосной станции (конец сети).

При возникновении пожара на объекте, к которому относится проектируемая противопожарная насосная станция, существует два варианта запуска пожарных насосов: полуавтоматический – при обнаружении возгорания пожарные насосы запускаются в ручном режиме и дают в сеть гарантированный напор и расход воды; автоматический – пожарные насосы включаются при падении давления в сети или дистанционно.

Согласно п. 11.4 [1] одновременно с включением пожарного насоса должна автоматически сниматься блокировка, исключающая возможность подачи неприкосновенного пожарного объема воды, а также должны выключаться промывные насосы (при их наличии). В противопожарных водопроводах высокого давления одновременно с включением пожарных насосов должны автоматически выключаться все насосы другого назначения и закрываться задвижки на подающем трубопроводе в водонапорную башню или напорные резервуары. Таким образом первым пунктом, прописанным в

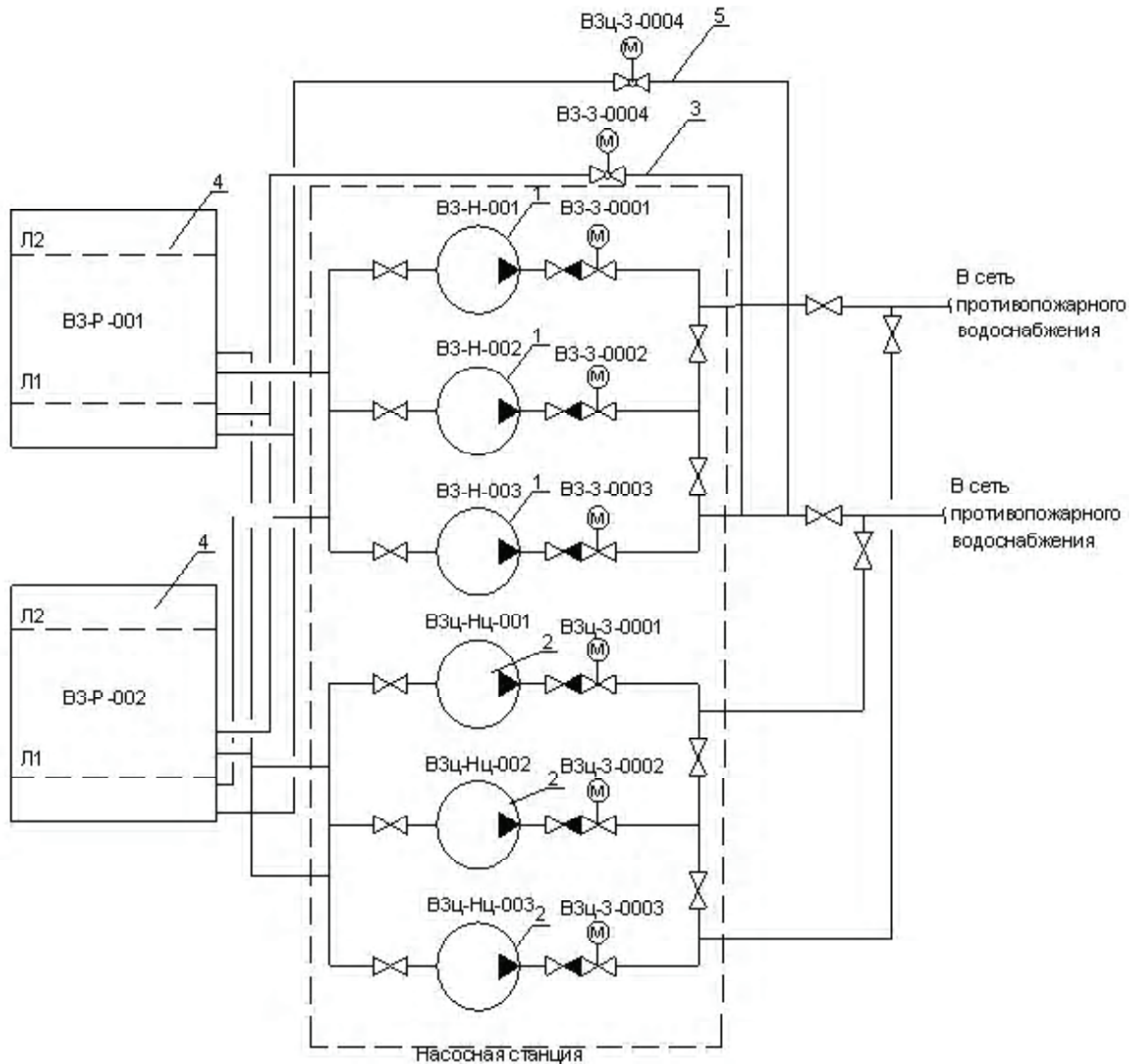


Рисунок – Стандартная технологическая схема противопожарной насосной станции: 1 – противопожарный насос; 2 – циркуляционный насос; 3 – обводная линия; 4 – пожарные резервуары; 5 – возвратная линия циркуляции.

логике управления должно быть снятие блокировки с неприкосновенного запаса воды в резервуарах и пуск пожарных насосов и отключение циркуляционных. Отключение всех насосов другого назначения, в том числе циркуляционных, на станциях малой производительности происходит одновременно с включением противопожарных насосов, в то же время на станциях большой производительности данная рекомендация может привести к возникновению гидроудара в системе. Решением этой проблемы может стать выключение циркуляционных насосов «по давлению», т. е. в момент достижения максимального давления в сети при совместной работе с пожарными насосами. Автоматическое открытие задвижек на напорных линиях противопожарных насосов обязательно должно учитывать требования к пуску насосного агрегата (% открытия задвижки/клапана при пуске насоса и скорость открытия запорно-регулирующей арматуры).

После команды «Пуск» инженер-проектировщик обязан предусмотреть автоматическую проверку на работоспособность агрегата, а также отложенную команду отключения рабочего насоса и включения резервного при невыходе на рабочие параметры в течение нормативного времени [1].

Как было указано ранее, для защиты от гидроудара должен предусматриваться сброс воды в резервуары для понижения давления в системе до рабочих параметров в случае его превышения свыше

расчетного. Таким образом в логике управления должен быть освещен пункт открытия задвижки на обводной линии при возникновении таких условий [5].

Отключение пожарных насосов происходит при отмене команды «Пожар» или при достижении в резервуарах противопожарного водоснабжения минимального уровня воды. Затем необходимо вернуть систему в режим циркуляции путем открытия задвижек на напорной линии циркуляционных насосов и пуска рабочей группы насосов циркуляции. Пуск процесса циркуляции особенно важен для районов Крайнего Севера в виду низких температур и возможности замерзания и вывода из строя всей системы противопожарного водоснабжения на объекте, что противоречит п.12.9 [1].

В современном проектировании для написания сложных алгоритмов управления требуется задать каждому элементу сети свой номер или тег. На приведенной схеме (рисунок) видно, что у каждого насоса и у каждой задвижки есть свой тег. Это нужно для управления отдельным элементом станции, чтобы алгоритм обращался к нужному элементу сети. Тегирование разрабатывается для каждого объекта индивидуально в зависимости от требований к проекту. В нашем случае используется простой алгоритм присвоения уникального номера, который несет в себе информацию о назначении системы, принадлежности оборудования к той или иной системе и порядковый номер, что позволяет легко ориентироваться рабочему персоналу, инженерам, а также дает возможность автоматически управлять определенными элементами сети. После завершения процесса тегирования обязательно производится проверка на дублирование тегов, чтобы исключить обращение алгоритма к двум элементам одновременно.

Далее предложен универсальный пошаговый шаблон логики управления работы противопожарной насосной станции на основе рисунка:

1. Снятие блокировки с противопожарного запаса воды.
2. Производится пуск насосов ВЗ-Н-001 и ВЗ-Н-002 и открытие задвижек ВЗ-З-0001 и ВЗ-З-0002 в течение 1 минуты. Отключение насосов ВЗц-Нц-001и ВЗц-Нц-002. Закрытие задвижек ВЗц-З-0001 и ВЗц-З-0002 (время закрытия согласно типу задвижки и расчету на гидроудар).
3. При достижении расчетного давления в системе ($P_{расч.}$) открытие задвижки ВЗ-З-0004.
4. Автоматическое включение резервного насоса ВЗ-Н-003 при отключении (блокировке) работающего насоса или невключении одного из рабочих насосов. Открытие задвижки ВЗ-З-0003 в течение 1 минуты. Остановка пожарного насоса при невыходе на рабочий режим в течение 1-ой минуты.
5. Если насос включен как резервный на место вышедшего из строя основного насоса, то блокировка не должна влиять на его работу, насос отключится только при отмене сигнала «Пожар» или достижении минимального уровня в резервуаре Л1.
6. При достижении максимальной температуры подшипников насосов – отключение агрегатов ВЗ-Н-001, ВЗ-Н-002, ВЗц-Нц-001 и ВЗц-Нц-002, включение резервных насосов ВЗ-Н-003 и ВЗц-Нц-003. Закрытие задвижек ВЗ-З-0001, ВЗ-З-0002, ВЗц-З-0001 и ВЗц-З-0002.
7. Отмена сигнала «Пожар». Включение насосов ВЗц-Нц-001 и ВЗц-Нц-002. Открытие задвижек ВЗц-З-0001, ВЗц-З-0002 и ВЗц-З-0004. Выключение насосов ВЗ-Н-001 и ВЗ-Н-002 и закрытие задвижек ВЗ-З-0001 и ВЗ-З-0002.

ВЫВОД

На полностью автоматизированных объектах водопроводно-канализационного хозяйства процессы, связанные с пуском, остановкой и контролем основных параметров работы должны быть организованы в строго установленной последовательности. Приведенная универсальная логика (последовательность действий) управления насосной станцией пожаротушения на промышленных предприятиях отражает основные этапы ее работы при возникновении пожара. Данный шаблон может быть использован проектировщиками и технологами как основа с индивидуальными дополнениями или исключениями в зависимости от условий проектирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 8.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности = The fire protection systems. Outdoor fire-fighting water supply. Fire safety requirements : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий от 30 марта 2020 г. N 225 : взамен СП 8.13130.2009 : дата введения 2020-09-30 / разработан ФГБУ ВНИИПО МЧС России. – Москва : Стандартинформ, 2020. – 18 с. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/565391175> (дата обращения: 11.09.2023). – Текст : электронный.

2. СП 31.13330.2021. СНиП 2.04.02-84* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 27 декабря 2021 г. N 1016/пр : взамен СП 31.13330.2012 : дата введения 2011-12-29 / исполнитель Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук» (НИИСФ РААСН). – Москва : Минстрой России, 2021. – 155 с. – Текст : непосредственный.
3. Лютов, А. Г. Автоматизированная система диагностики и управления режимами работы насосного комплекса при нестационарных процессах / А. Г. Лютов, М. Б. Новоженин. – Текст : непосредственный // Вестник УГА-ТУ. – 2018. – Том 22, № 3 (81). – С. 114–123.
4. Ложные тревоги систем пожарной сигнализации / Н. А. Пашкевич, Е. А. Расцеккина, Е. Лытягин [и др.]. – Текст : непосредственный // Технические науки – от теории к практике. – 2012. – № 15. – С. 150-156.
5. Павлюченко, А. С. Современный подход к вопросу обвязки технологических узлов насосных станций пожаротушения / А. С. Павлюченко, Н. И. Григоренко, П. В. Полищук. – Текст : электронный // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – Выпуск 2021-5(151) Инженерные системы и технологическая безопасность. – С. 35–39. – URL: [http://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2021/vestnik_2021-5\(151\).pdf](http://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2021/vestnik_2021-5(151).pdf) (дата публикации: 15.11.2021).

Получена 17.10.2023

Принята 27.10.2023

О. С. ПАВЛЮЧЕНКО ^a, Н. И. ГРИГОРЕНКО ^b
СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО РОЗРОБКИ ЛОГІКИ УПРАВЛІННЯ НАСОСНОЮ
СТАНЦІЄЮ ПОЖЕЖОГАСІННЯ

^a АТ «НІПГазпереробка», Російська Федерація, Донецька Народна Республіка,
м. Донецьк;

^b ФДБОУ ВО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури», Російська
Федерація, Донецька Народна Республіка, м. о. Макіївський, м. Макіївка

Анотація. В умовах сучасних реалій роботи інженерів-проектувальників та технологів водопостачання і водовідведення особливу увагу необхідно приділяти питанням автоматизації роботи проєктованих об'єктів, у тому числі насосних станцій пожежогасіння промислових підприємств. Основним документом, який відображає завдання для інженерів КВП з встановлення датчиків, організації роботи системи та пуско-налагоджувальних робіт є «логіка управління». Дані з проєктування логіки описані дуже поверхово і не дають уявлення про її основні етапи та порядок складання. У цій статті наведено універсальну логіку управління насосною станцією пожежогасіння на промислових підприємствах, яка відображає основні етапи її роботи при виникненні пожежі. Цей шаблон може бути використаний проєктувальниками та технологами як основа з індивідуальними доповненнями або винятками залежно від умов проєктування.

Ключові слова: пожежогасіння, пожежні насоси, автоматизація, логіка управління, тег, теґування.

ALEKSANDR PAVLUCHENKO ^a, NADEZHDA GRIGORENKO ^b
A SYSTEMATIC APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF CONTROL LOGIC
FOR A FIRE EXTINGUISHING PUMPING STATION

^a JSC «NIPGazpererabotka», Russian Federation, Donetsk;

^b FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture», Russian
Federation, Makeevka

Abstract. In the conditions of modern realities of the work of design engineers and water supply and drainage technologists, special attention should be paid to the issues of automation of the operation of the designed facilities, including fire pump stations of industrial enterprises. The main document that reflects the task for the instrumentation engineers for the installation of sensors, organization of system operation and commissioning is «control logic». The design data of logic are described very superficially and do not give an idea of its main stages and order of compilation. This article presents the universal control logic of the fire pump station at industrial enterprises, which reflects the main stages of its operation in the event of a fire. This template can be used by designers and technologists as a basis with individual additions or exceptions depending on the design conditions.

Keywords: firefighting, fire pumps, automation, control logic, tag, tagging.

Павлюченко Александр Сергеевич – ведущий инженер АО «НИПИгазпереработка». Научные интересы: проектирование систем водоснабжения и водоотведения, насосных станций, очистка сточных вод.

Григоренко Надежда Ивановна – кандидат технических наук, доцент кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование систем водоснабжения и водоотведения, очистка сточных вод.

Павлюченко Олександр Сергійович – провідний інженер АТ «НІПІгазпереробка». Наукові інтереси: проектування систем водопостачання і водовідведення, насосних станцій, очищення стічних вод

Григоренко Надія Іванівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри водопостачання, водовідведення та охорони водних ресурсів ФДБОУ ВО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування систем водовідведення, очищення стічних вод.

Pavluchenko Aleksandr – Lead Engineer at JSC «NIPIGazpererabotka». Scientific interests: design of water supply and water disposal systems, design of pump station, wastewater treatment.

Grigorenko Nadezhda – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Water Supply, Sanitation and Protection of Water Resources Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: design of water supply and water disposal systems, wastewater treatment.