

Разработка схемного решения элеваторного узла с импульсным подмесом теплоносителя

А.А. Кузнецов, К.А. Миндров, А.Д. Нуязин

ФГБОУ ВО Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева, Саранск

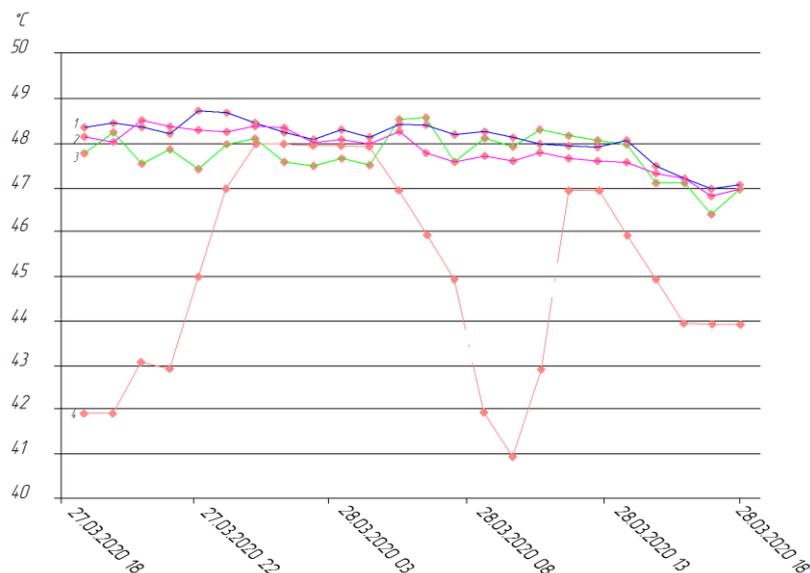
Аннотация: В статье приведены параметры работы водоструйных элеваторных узлов, широко используемых в системах теплоснабжения. Предложена новая конструкция водоструйного элеваторного узла с импульсным подмесом теплоносителя, регулируемого в зависимости от температуры наружного воздуха без использования насоса смешения. Приведено описание конструкции и принципа работы водоструйного элеваторного узла с импульсным подмесом теплоносителя. Для подтверждения эффективности предложенного технического решения представлены лабораторные гидравлические испытания электромагнитного ударного узла.

Ключевые слова: водоструйный элеватор, температурный график, погодное регулирование, импульсный подмес, циркуляция, перепад давления, сопло, тепловой пункт, клапан.

Наличие в системе отопления только элеваторного узла, без возможности регулирования потребляемой тепловой энергии, вызывает так называемый «перетоп» в зданиях, возникающий при резком изменении температуры наружного воздуха, что особенно актуально в последние годы [1].

Исследования проводились в наиболее характерных зданиях университета (учебные корпуса №16, 17, 24), где имеется коммерческий или технический учет теплоносителя поверенным измерительным оборудованием с 27.01.2020 г. по 28.03.2020 г [2, 3]. На рис.1 приведены графики фактических температур, а также необходимая расчетная температура теплоносителя на обратном трубопроводе, при значительном изменении температуры наружного воздуха в исследуемых зданиях.

Как видно из рис.3, фактическая температура теплоносителя на обратном трубопроводе, при резком изменении температуры наружного воздуха, корректируется со значительным опозданием.



1 – учебный корпус №16; 2 – учебный корпус № 17; 3 – учебный корпус № 24; 4 – расчетное значение температуры теплоносителя на обратном трубопроводе, согласно температуре наружного воздуха

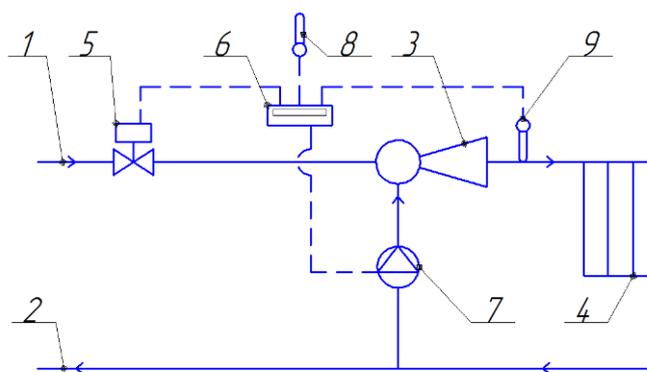
Рис. 1. – Графики фактического и расчетного изменения температур теплоносителя на обратном трубопроводе в тепловых пунктах зданий

Величину тепловой энергии в подобных зданиях можно сэкономить путем замены водоструйных элеваторов на тепловые пункты автоматизированного типа (АИТП). Применение АИТП обеспечивает оперативное изменение параметров теплоносителя во всём здании, в зависимости от фактической температуры наружного воздуха. А также непосредственно в тепловом пункте, не затрагивая источник теплоснабжения, предоставляет возможность организовывать дежурный режим путем снижения температуры в помещениях, в нерабочие дни и часы. По оценке специалистов, работающих в данной сфере, экономия тепловой энергии может составить от 20 до 25 % [2, 4, 5].

Сдерживающим фактором повсеместной реализации данного энергосберегающего мероприятия являются большие затраты на оборудование и материалы при реконструкции, а также значительный срок

окупаемости, который может достигать 5 лет. Также данное мероприятие технически не всегда осуществимо в связи с недостаточными размерами помещения теплового пункта [6-8].

Одним из способов решения проблемы регулирования подачи теплоносителя в системах отопления зданий для обеспечения комфортных условий в всех помещениях, становится усовершенствование существующих тепловых пунктов с элеваторными узлами. Широкое распространение получила схема с корректирующим насосом, которая представлена на рис. 2.



1 – подающая линия тепловой сети; 2 – обратная линия тепловой сети; 3 – элеватор; 4 – местная система отопления; 5 – регулятор температуры; 6 – контроллер; 7 – насос; 8 – датчик температуры воздуха на улице; 9 – датчик температуры теплоносителя.

Рис. 2. – Принципиальная схема элеватора с погодным регулированием

В соответствии с данной схемой, совместно с применяемым элеваторным узлом предполагается использование корректирующего насоса, который монтируется на линии смещения. Кроме того, регулятор температуры обеспечивает снижение расхода теплоносителя перед элеватором. При правильном выборе и обслуживании соответствующего оборудования такая схема позволяет регулировать отпуск теплоносителя при значительном изменении температуры наружного воздуха, а также в диапазоне излома. Однако данная схема требует дополнительных вложений в

связи с установкой электрооборудования, что влечет за собой потерю автономности и потребление электроэнергии корректирующим насосом.

Модернизация теплового пункта предлагается за счет использования совместно с классическим водоструйным элеваторным узлом, электромагнитного ударного узла (ЭУУ) устанавливаемого на обратном трубопроводе, в результате чего корректируется расход подмешиваемой в элеватор воды. Схема модернизированного элеваторного узла с импульсным подмесом теплоносителя представлена на рисунке 3.

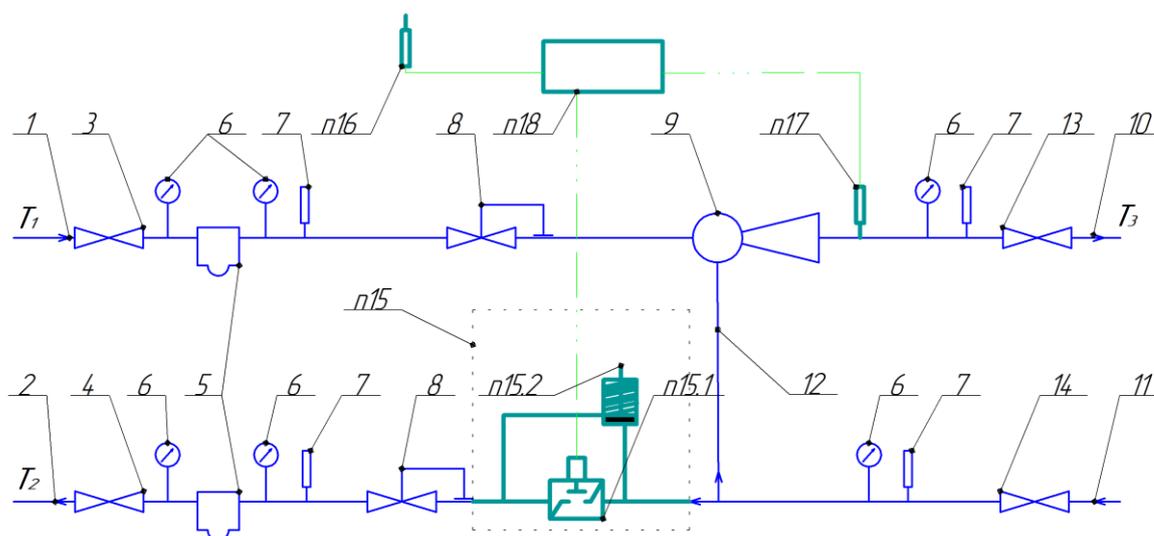


Рис. 3. – Схема элеваторного узла с импульсным подмесом теплоносителя

Принцип работы данной системы происходит следующим образом. Теплоноситель имеющий начальную температуру T_1 через входную запорную арматуру 3 по подающему трубопроводу 1 попадает в тепловой пункт. Очищаясь от различного рода примесей в сетчатом фильтре 5, теплоноситель проходит регулятор давления 8, в котором происходит стабилизация его давления до установленного значения. На практике в целях экономии чаще всего вместо регулятора давления используются дроссельные шайбы, но такой вариант не подходит для нашей схемы, по причине нестабильного гидравлического режима сети. После того как теплоноситель

поступил в элеваторный узел 9 в месте смешения 12, он попадает в трубопровод 10. Через выходную запорную арматуру 13, теплоноситель с изменившейся температурой T_3 движется дальше по магистралям и отдельным стоякам к радиаторам отопления в здании. После прохождения радиаторов отопления остывший теплоноситель, имеющий уже температуру T_2 , возвращается в тепловой пункт, через входную запорную арматуру 14 по обратному трубопроводу 11. Далее теплоноситель последовательно проходит ударный узел п15, регулятор перепада давления 8, фильтр 5, запорную арматуру 4 трубопровода 2 тепловой сети и покидает тепловой пункт.

Таким образом, электромагнитный ударный узел п15 обеспечивает создание контролируемой серии гидравлических ударов с возможностью изменения их частоты и амплитуды. Настройка параметров смешения теплоносителя с трубопроводов 13 и 1 осуществляется в блоке управления п18. Амплитуда генерации гидравлических ударов выставляется путем ручного настраивания упругости пружины сбросного клапана.

В блоке управления п18, содержатся сведения о температурном графике, с возможностью его корректировки посуточно в течении недели, что позволяет обеспечить наиболее комфортные условия в помещениях. Постоянный опрос датчика температуры наружного воздуха п16, а также датчика температуры на подающем трубопроводе п17, позволяет рассчитать требуемую температуру теплоносителя T_3 , сравнить полученные расчётные данные температур с фактически измеренными, и при необходимости изменять положение клапана п15.1.

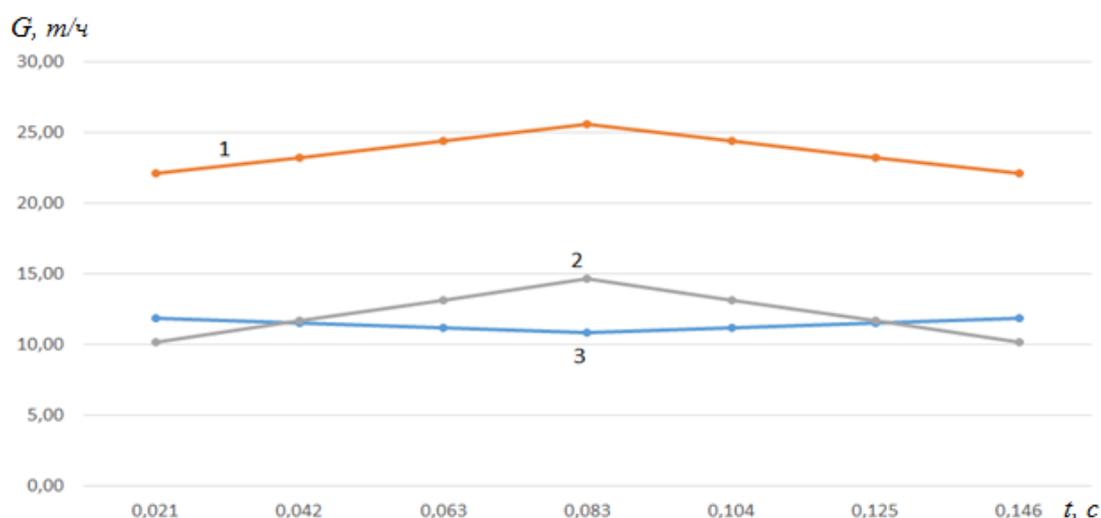
Контроль параметров теплоносителя в тепловом пункте на каждом из трубопроводов осуществляется также манометром 6 и термометром 7.

Для подтверждения адекватности предложенного технического решения проведены лабораторные гидравлические испытания электромагнитного ударного узла.

Фиксированный коэффициент смешения для применяемого в здании элеватора исключает возможность регулирования тепловой нагрузки, непосредственно в тепловом пункте потребителя. Применение современных систем автоматики для регулирования теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха, температуры внутри помещений, или других тепловых параметров, значительно удорожает стоимость оборудования в индивидуальном тепловом пункте.

Для повышения энергетической эффективности системы теплоснабжения предлагается корректировать коэффициент смешения на элеваторе, за счет периодического кратковременного повышения расхода воды, поступаемого с обратного трубопровода из внутренней системы отопления. Перекрытие потока теплоносителя на обратной магистрали осуществлялось с помощью электромагнитного ударного узла. Регулирование частотой закрытия и открытия клапана обеспечивает изменение давления в элеваторном узле, необходимое для поддержания комфортного режима в помещениях здания [2, 9, 10].

При проведении экспериментов, максимальное снижение расхода теплоносителя (на 8,45 %) из внешней тепловой сети достигается при увеличении расхода воды, подмешиваемой в элеваторе на 15,80 % (рис.4). Расход на вводе в здание снижается существующим регулятором давления. При работе нового клапана с частотой срабатывания 1 раза в секунду, давление в обратном трубопроводе увеличивается скачкообразно с 7 атм. до 12 атм. Резкий всплеск давления теплоносителя устраняется при работе предохранительного клапана. Таким образом повышается качество теплоснабжения, т.е. обеспечивается комфортный тепловой режим в помещениях при резком изменении температуры наружного воздуха, и соответственно снижаются затраты на потребление тепловой энергии на 20 %.



1 – расход воды в системе отопления здания, т/ч; 2 – расход воды на отопление, т/ч; 3 – расход подмешиваемой в элеваторе воды.

Рис. 4. – График расхода теплоносителя при создании дополнительного давления в элеваторном узле

Применение данной схемы наиболее оправдано при значительном изменении температуры наружного воздуха, так как присутствует значительная инерционность изменения теплоносителя с источника теплоснабжения. Кроме того, в последние годы резкие перепады температуры наружного воздуха наблюдаются в течении всего отопительного сезона, поэтому применение надежной и недорогой системы регулирования параметрами теплоносителя имеет большое значение в системе теплоснабжения здания административного и общественного назначения.

Данная схема позволяет успешно регулировать (а именно снижать) отпуск тепла не только в диапазоне излома, но и во всем температурном диапазоне наружного воздуха, чего можно достичь верным подбором и настройкой необходимого оборудования. Такая схема совмещает в себе достоинства схем с элеваторным и насосным смешением, однако, также



требует некоторых дополнительных затрат в связи с установкой электрооборудования.

Литература

1. Свицерская О. В. Основы энергосбережения. М.: ТетраСистемс, 2009. 176 с.
2. Кузнецов А.А., Козлов В.Д. Система погодного регулирования для элеваторного узла // Инженерный вестник Дона, 2020, №4. URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2020/6742.
3. Кузнецов А.А., Миндров К.А. Система отопления пола жилых и производственных помещений // Инженерный вестник Дона, 2018, №4. URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5448.
4. Варфоломеев Ю.М., Кокорин О. Я. Отопление и тепловые сети. М.: Инфра-М, 2007. 480 с.
5. Гавриленко А.В., Кирсанов А.Л. Основные направления энергосбережения в региональной экономике // Инженерный вестник Дона, 2011, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2011/340.
6. Пырков В.В. Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование. К.: И ДП «Такі справи», 2007. 252 с.
7. Guelpa E. Optimal operation of large district heating networks through fast fluid-dynamic simulation // Energy. 2016. Vol. 102. pp.586-595.
8. Georgiadis M.C., Kikkinides E.S., Pistikopoulo E.N. Energy Systems Engineering// WILEY-VCH, Weinheim-2008. 337 p.
9. Ионин А.А., Хлыбов Б.М., Братенков В.Н. Теплоснабжение. М.: Стройиздат, 1982. 336 с.
10. Сотникова О.А., Мелькумов В.Н. Теплоснабжение. М.: Ассоциации строительных вузов, 2009. 296 с.

References

1. Sviderskaya O. V. Osnovy energosberezheniya [Basics of energy saving]. M.: TetraSistems, 2009. 176 p.
2. Kuznetsov A.A., Kozlov V.D. Inzhenernyj vestnik Dona, 2020, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2020/6742.
3. Kuznetsov A.A., Mindrov K.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2018, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5448.
4. Varfolomeev Yu.M., Kokorin O. Ya. Otoplenie i teplovye seti [Heating and heating networks]. M.: Infra-M, 2007. 480 p.
5. Gavrilenko A.V., Kirsanov A.L. Inzhenernyj vestnik Dona, 2011, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2011/340.
6. Pyrkov V.V. Sovremennye teplovye punkty. Avtomatika i regulirovanie [Modern heating points. Automation and regulation]. K.: II DP «Taki spravi», 2007. 252 p.
7. Guelpa E. Optimal operation of large district heating networks through fast fluid-dynamic simulation. Energy. 2016. Vol. 102. pp.586-595.
8. Georgiadis M.C., Kikkinides E.S., Pistikopoulo E.N. Energy Systems Engineering. WILEY-VCH, Weinheim-2008. 337 p.
9. Ionin A.A., Khlybov B.M., Bratenkov V.N. Teplosnabzhenie [Heat supply]. M.: Stroyizdat, 1982. 336 p.
10. Sotnikova O.A., Mel'kumov V.N. Teplosnabzhenie [Heat supply]. M.: Assotsiatsii stroitel'nykh vuzov, 2009. 296 p.