

Известия вузов. Строительство. 2022. № 11. С. 64–71.

ISSN 0536-1052

News of Higher Educational Institutions. Construction. 2022; (11): 64–71.

ISSN 0536-1052

Научная статья

УДК 696.12

DOI: 10.32683/0536-1052-2022-767-11-64-71

ИНЖЕНЕРНЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ КОЛЛЕКТОРОВ И СООРУЖЕНИЙ ОТ ОБРАТНОГО ПОДПОРА

**Денис Борисович Тугужаков¹, Анатолий Иванович Матюшенко¹,
Юрий Леонидович Сколубович²**

¹ Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

² Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет,
Новосибирск, Россия

Аннотация. Статья посвящена исследованиям по предотвращению подтопления и исключению ущерба внутридомовых помещений сточными водами. Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы цели и задачи исследований, приведены сведения о научной новизне и практической значимости. В соответствии с современными требованиями предложен метод, позволяющий интенсифицировать технологический процесс и обеспечить предотвращение ущерба в результате подтопления зданий и сооружений сточными водами. Изложена методика проведения экспериментальных исследований, а также приведены результаты экспериментальных исследований по применению канализационной электрифицированной задвижки. В результате проведенных исследований были сделаны заключения о полученной модели, позволяющей решить проблему подтоплений и исключить ущерб внутридомовых помещений сточными водами. А также проведенные эксперименты показали возможность использования электрифицированной канализационной задвижки в системах ЖКХ.

Ключевые слова: подтопление, сточные воды, ущерб, задвижка, обратный подпор, датчик, трубопровод, канализация, колодец

Для цитирования: Тугужаков Д.Б., Матюшенко А.И., Сколубович Ю.Л. Инженерные методы защиты коллекторов и сооружений от обратного подпора // Известия вузов. Строительство. 2022. № 11. С. 64–71. DOI: 10.32683/0536-1052-2022-767-11-64-71.

Original article

ENGINEERING METHODS OF PROTECTION OF COLLECTORS AND STRUCTURES FROM BACKWATER

Denis B. Tuguzhakov¹, Anatoly I. Matyushenko¹, Yuri L. Skolubovich²

¹ Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

² Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering,
Novosibirsk, Russia

Abstract. The article is devoted to research in the prevention of flooding and the elimination of damage to indoor premises by sewage. The introduction substantiates the relevance of the work, formulates the goals and objectives of the research, provides

© Тугужаков Д.Б., Матюшенко А.И., Сколубович Ю.Л., 2022

information on scientific novelty and practical significance. In accordance with modern requirements, the article proposes a method that allows intensify the technological process and prevent damage as a result of flooding of buildings and structures with sewage. The methodology for conducting experimental studies is described, as well as the results of experimental studies on the use of an electrified sewer valve. As a result of the studies, conclusions were made about the obtained model, which allows solving the problem of flooding and eliminating damage to the internal premises by sewage. As well as the experiments carried out showed the possibility of using an electrified sewer valve in housing and communal services systems.

Keywords: flooding, sewage, damage, valve, backwater, sensor, pipeline, sewerage, well

For citation: Tuguzhakov D.B., Matyushenko A.I., Skolubovich Yu.L. Engineering methods of protection of collectors and structures from backwater. *News of Higher Educational Institutions. Construction*. 2022; (11): 64–71. (In Russ.). DOI: 10.32683/0536-1052-2022-767-11-64-71.

Введение. Весьма актуальной проблемой является подтопление помещений сточными водами канализационной сети.

Все санитарные приборы (стиральные машины, душевые, туалеты и т.д.) здания подключены к центральной канализации, образуя единую связанную систему [1, 2]. Если сточные воды не могут свободно сбрасываться в центральную канализацию, например, при перегрузке канализации после сильного дождя или из-за засора, то сточные воды выталкиваются обратно через санитарные приборы и затапливают все области дома, расположенные ниже уровня ближайшего смотрового колодца.

Уровень обратного подпора – это самая высокая точка на рельефе местности, и, значит, до этого уровня может подниматься вода в трубопроводах установки [3–5]. Расчет установок должен производиться таким образом, чтобы вода из канализации не могла попасть обратно в насосную установку [6]. Такое возможно во время штормов, паводков и сильных ливней, если коммунальная канализация не рассчитана на подобные объемы. Как показывает практика, для приблизительных расчетов в качестве уровня обратного подпора можно использовать уровень дорожного покрытия.

Если трубопровод не оборудован защитным устройством, то при сильных осадках уровень воды поднимается выше так называемого уровня обратного подпора. Как правило, это уровень люка ближайшего смотрового колодца. Помещения, расположенные в подвале, будут быстро затоплены. Результат: поврежденный пол, мебель или электроприборы, испорченное имущество, много неприятностей и расходов для жителей.

Санитарные приборы, стиральные машины, трапы, раковины, душевые или туалеты, борта которых находятся ниже уровня ближайшего смотрового колодца, должны быть эффективно защищены от обратного подпора. Трубопровод с естественным уклоном к центральной канализации должен быть оснащен запорной арматурой. В случае если уровень слива находится ниже уровня центральной канализации, сточные воды должны сбрасываться с помощью автоматической насосной установки.

По экономическим причинам общественная канализационная система не может быть рассчитана таким образом, что она могла бы справляться с чрезвычайно сильным дождем. Именно поэтому затопление канализации и обратный

подпор на всех подключенных трубах следует ожидать во время сильного дождя. Кроме того, обратный подпор может произойти по следующим причинам:

- блокировка, разрыв трубы или повреждение канализационной системы;
- неисправность насоса, если дренажная система подключена к насосной станции;
- высокий уровень воды в приемнике/коллекторе, дождевые воды не могут свободно стекать по ливневой канализации;
- блокировка или отключение трубопровода во время ремонта;
- увеличение подачи сточных вод, например, при промывке канализационной системы или подключении большего количества труб, чем предусмотрено.

Проблема обратного подпора существовала всегда, потому что по экономическим и техническим причинам канализация рассчитана для средних осадков.

В практике хозяйственной деятельности почти любого муниципального водоканала или частного оператора водопроводных сетей возникает ситуация, когда в результате утечки воды, возникшей вследствие прорыва магистральной трубы водопровода, произошло подтопление помещений (чаще всего подвальных), принадлежащих третьим лицам. При этом, как правило, пострадало как само помещение, так и находившееся в нем имущество. Пострадавшие лица заявляют в этой связи в адрес водоснабжающей организации требования о компенсации причиненного ущерба.

Для предотвращения такой ситуации применяют регулируемые обратные клапаны и электрифицированные задвижки. Чтобы избежать протечек при аварийной разгерметизации канализации, следует устанавливать задвижку на трубных отрезках. Это способствует экстренной блокировке потока сточных вод.

В настоящее время некоторые объекты сталкиваются с затоплением помещений в результате появления обратного подпора. Так, например, в арбитражном суде Красноярского края рассматриваются гражданские дела по искам о возмещении ущерба, причиненного затоплением имущества. Предметом споров все чаще является ущерб, причиненный истцу по затоплению помещений сточными водами. Помимо юридических лиц, с такой проблемой сталкиваются и физические лица. Суд встает на пострадавшую сторону, но люди тратят много своего времени.

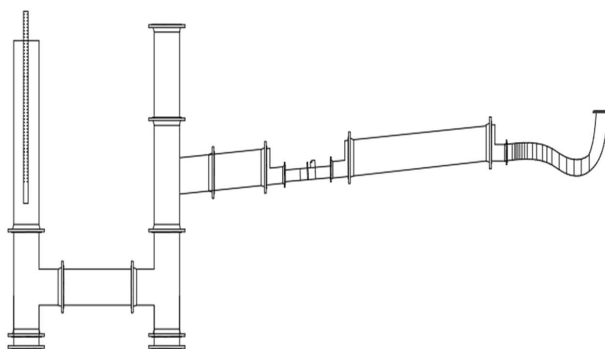


Рис. 1. Проект модели

Fig. 1. Model project

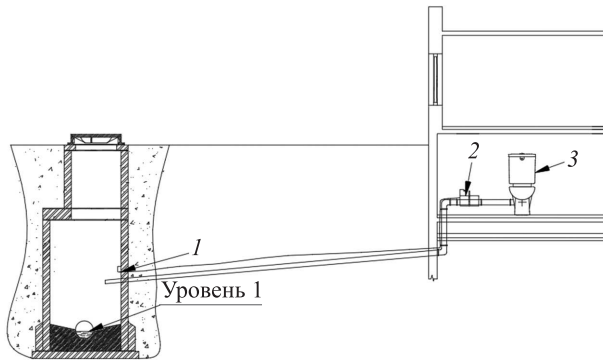


Рис. 2. Визуализация модели стабильной непрерывной работы канализационной сети в программе AutoCAD

Fig. 2. Visualization of the model of stable continuous operation of the sewer network in the AutoCAD program

Цель работы – предложить эффективное решение для предотвращения подтоплений и исключить ущерб внутридомовых помещений от сточных вод вследствие подпора наружных сетей водоотведения путем применения электрифицированной канализационной задвижки.

По результатам предварительного научного анализа [7–9] была изготовлена модель для проведения экспериментальных исследований, представляющая собой колодец с выпуском канализационной трубы, которая оборудована электрифицированной задвижкой (рис. 1).

На рис. 2 показана стабильная и непрерывная работа канализационной сети. Жидкость при этом находится на уровне 1. Датчик подпора сухой и расположен высоко над жидкостью. Задвижка с электроприводом открыта и не препятствует течению жидкости из помещений.

При образовании подпора работа канализационной системы нарушается (рис. 3). Жидкость находится на уровне 2, вследствие чего датчик подпора погружен в жидкость и соответственно передает сигнал на задвижку с электроприводом.

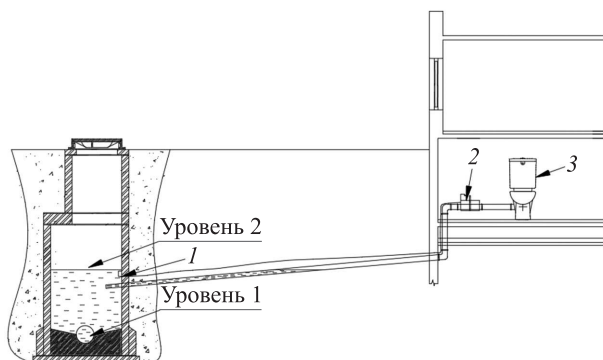


Рис. 3. Визуализация модели канализационной системы при образовании подпора в программе AutoCAD

Fig. 3. Visualization of the model of the sewer system during the formation of backwater in the AutoCAD program

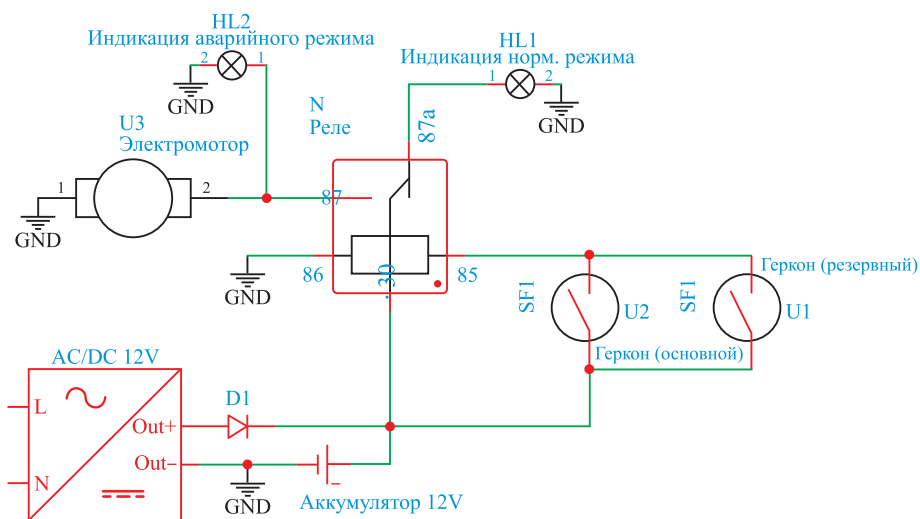


Рис. 4. Электрическая цепь исследуемой модели

Fig. 4. The electrical circuit of the model under study

Были проведены исследования по применению электрифицированной канализационной задвижки с целью предотвращения подтопления помещений, разработанной и изготовленной на кафедре инженерных систем зданий и сооружений инженерно-строительного института Сибирского федерального университета [10].

При проведении опыта была построена электрическая цепь (рис. 4).

В представленную модель заливалась вода до момента полного закрытия электрифицированной канализационной задвижки. Был выполнен ряд измерений, по которым построена усредненная графическая зависимость (рис. 5) объема вливаемой жидкости от времени срабатывания электрифицированной канализационной задвижки.

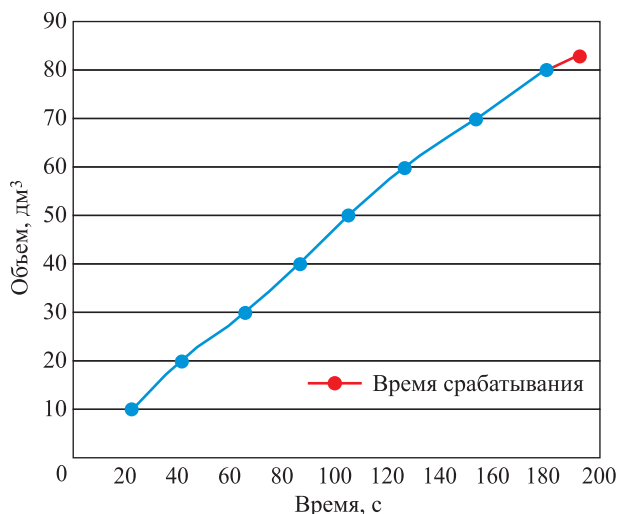


Рис. 5. Зависимость объема жидкости от времени работы задвижки

Fig. 5. The dependence of the volume of liquid on the time of operation of the valve

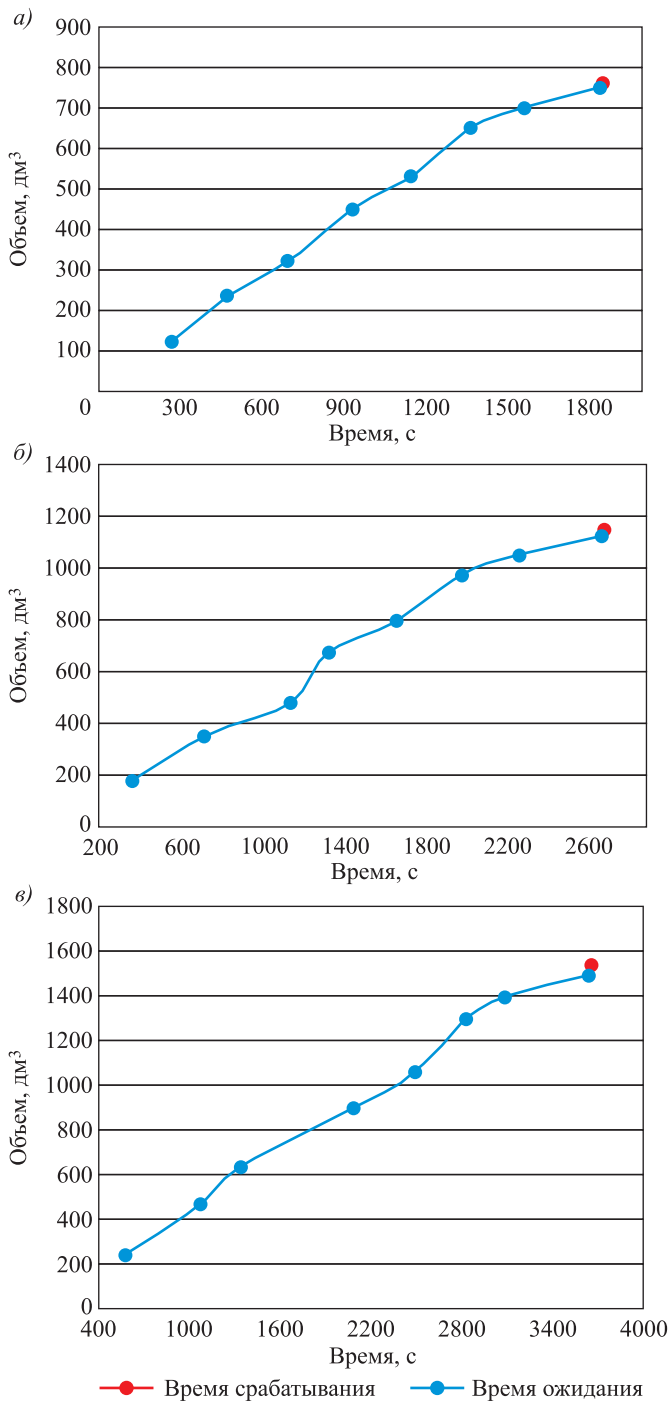


Рис. 6. График зависимости объема жидкости от времени работы задвижки колодца диаметром 1000 мм (а), 1500 мм (б), 2000 мм (в)

Fig. 6. Graph of the dependence of the volume of liquid on the operating time of the valve a well with a diameter of 1000 mm (a), 1500 mm (b), 2000 mm (c)

При этом у электрифицированной канализационной задвижки было зафиксировано запоздание срабатывания ее от начала работы до полного закрытия (на графике это время обозначено как время срабатывания).

Как видно из рис. 5, среднее время срабатывания электрифицированной канализационной задвижки составляет 7 с, а время ожидания 179 с.

На основании проведенных исследований получены теоретические зависимости срабатывания электрифицированной канализационной задвижки от объема жидкости, установленной в колодцах согласно их диаметрам.

Теоретические зависимости срабатывания электрифицированной канализационной задвижки от диаметров колодцев позволили построить графические зависимости (рис. 6).

Из графической зависимости (рис. 6) можно увидеть, что время срабатывания электрифицированной канализационной задвижки составляет 10, 15 и 20 с, а время ожидания 1840, 2668 и 3625 с соответственно.

Выводы. В результате проведенных исследований получена модель, которая позволит решить проблему подтоплений и исключить ущерб внутридомовых помещений сточными водами. Выполненные эксперименты показали возможность эффективного использования электрифицированной канализационной задвижки в системах ЖКХ.

По данным теоретических исследований установлено, что с повышением диаметра колодца увеличивается время срабатывания электрифицированной канализационной задвижки и время ожидания. Выявлены диапазон изменения срабатывания электрифицированной канализационной задвижки, составляющий 7–8 с; время ожидания 175–184 с; среднее время срабатывания электрифицированной канализационной задвижки, равное 7 с, время ожидания 179 с.

Список источников

1. *Альтиуль А.Д.* Гидравлические сопротивления. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1982. 224 с.
2. *Жуковский Н.Е.* О гидравлическом ударе в водопроводных трубах. М.; Л.: ГИТТЛ, 1949. 104 с.
3. *Картвелишвилли Н.А., Любимцев Е.К.* Гидравлический удар и уравнивательные резервуары / под ред. Н.А. Картвелишвилли. М.: Наука, 1968. 247 с.
4. Пат. RU 2411326 С2 Рос. Федерация. Затвор обратного подпора / К. Шютц; № 2009100684/21; заявл. 11.01.2009; опубл. 10.02.2011; Бюл. № 4. 7 с.
5. *Макаров А.* Борьба с засорами // Сантехника. Отопление. Кондиционирование. 2012. № 10. С. 30–33.
6. *Фролова О.* Взгляд изнутри // Сантехника. Отопление. Кондиционирование. 2013. № 1. С. 50–53.
7. *Сологачев В.И.* Фильтрационные расчеты и компьютерное моделирование при защите от подтопления в городском строительстве: моногр. Омск: СибАДИ, 2002. 416 с.
8. *Дикаревский В.С., Катинос О.Г.* Расчет гидравлического удара с учетом регулирования потока в водоводах, уложенных на пересеченной местности // Докл. на акад. чтениях РААСН на тему «Системы водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов в начале XXI века». СПб.: ПГУПС, 2001. С. 18–23.
9. *Дикаревский В.С., Катинос О.Г., Твардовская Н.В.* Гидравлический удар в напорных трубопроводах водоотведения // Вестн. РААСН. 2004. Вып. 8. С. 152–156.
10. *Арцаблук Р.О.* Современные способы защиты сооружений и коллекторов от возникновения обратного подпора // Сб. статей нац. науч.-практ. конф. с междунар. участием «Водные ресурсы – основа глобальных и региональных проектов обустройства России, Сибири и Арктики в XXI веке». Тюмень, 2021. С. 11–14.

References

1. *Altshul A.D.* Hydraulic resistance. 2nd ed., rev. and add. Moscow: Nedra, 1982. 224 p. (In Russ.).
2. *Zhukovskiy N.E.* On hydraulic shock in water pipes. Moscow; Leningrad: State Publishing house of technical and theoretical literature, 1949. 104 p. (In Russ.).
3. *Kartvelishvili N.A., Lyubimtsev E.K.* Water hammer and surge tanks. Ed. by Kartvelishvili. Moscow: Nauka, 1968. 247 p. (In Russ.).
4. Pat. RU 2411326 C2 Russian Federation. Backwater gate. K. Shyutts; No. 2009100684/21; appl. 11.01.2009; publ. 10.02.2011; Bull. no. 4. 7 p. (In Russ.).
5. *Makarov A.* The fight against blockages. *Santekhnika. Otopleniye. Konditsionirovaniye = Plumbung. Heating. Air conditioning.* 2012; (10): 30–33. (In Russ.).
6. *Frolova O.* A look from the inside. *Santekhnika. Otopleniye. Konditsionirovaniye = Plumbung. Heating. Air conditioning.* 2013; (1): 50–53. (In Russ.).
7. *Sologaev V.I.* Filtration calculations and computer modeling for flood protection in urban construction: monograph. Omsk: SibADI, 2002. 416 p. (In Russ.).
8. *Dikarevskiy V.S., Kapinos O.G.* Calculation of hydraulic shock taking into account flow control in conduits laid on rough terrain. Reports at the academic readings of the RAASN on the topic "Systems of water supply, sanitation and protection of water resources at the beginning of the XXI century". Saint Petersburg: PGUPS, 2001. P. 18–23. (In Russ.).
9. *Dikarevskiy V.S., Kapinos O.G., Tvardovskaya N.V.* Water hammer in pressure sewerage pipelines. *Vestnik RAASN = Bulletin of the RAASN.* 2004; (8): 152–156. (In Russ.).
10. *Artsablyuk R.O.* Modern methods of protecting structures and collectors from the occurrence of backwater. Collection of articles of the national scientific and practical conference with international participation "Water resources – the basis of global and regional projects for the development of Russia, Siberia and the Arctic in the XXI century". Tyumen, 2021. P. 11–14. (In Russ.).

Информация об авторах

Д.Б. Тугужаков – старший преподаватель, dtuguzhakov@sfu-kras.ru

А.И. Матюшенко – доктор технических наук, доцент, профессор, amatyushenko@sfu-kras.ru

Ю.Л. Сколубович – доктор технических наук, доцент, профессор, rector@sibstrin.ru

Information about the authors

D.B. Tuguzhakov – Senior Lecturer, dtuguzhakov@sfu-kras.ru

A.I. Matyushenko – DSc, Ass. Professor, Professor, amatyushenko@sfu-kras.ru

Yu.L. Skolubovich – DSc, Ass. Professor, Professor, rector@sibstrin.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: all authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 25.09.2022
Одобрена после рецензирования 25.10.2022
Принята к публикации 31.10.2022

The article was submitted 25.09.2022
Approved after reviewing 25.10.2022
Accepted for publication 31.10.2022