

УДК 697.34

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ НА МАГИСТРАЛЬНЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ ГОРОДА ОМСКА

Д.В. Жуков, С.В. Чичерин

Акционерное общество «Омские распределительные тепловые сети»
ORCID*: <http://orcid.org/0000-0002-9359-9678>, man_csv@hotmail.com

***Резюме:** Показана текущая ситуация как в целом, так и в рамках конкретной компании, эксплуатирующей тепловые сети, ее ремонтно-эксплуатационной единицы. В настоящее время в г. Омске используется открытая схема присоединения системы ГВС. Должен осуществляться переход на закрытую схему.*

***Ключевые слова:** централизованное теплоснабжение, надежность, тепловая сеть, гидравлические испытания, опрессовка.*

SOME OUTCOME OF OMSK HEAT TRANSMISSION PRESSURE TESTS

D.V. Zhukov, S.V. Chicherin

Omsk RTS, JSC, Omsk, Russia

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9359-9678>, man_csv@hotmail.com

***Abstract:** The current situation is demonstrated. The process within a certain heat service company is shown. Direct connection for service water warming is typically used now. The paper features that heat energy should be transferred from the hot water network via a heat exchanger, and is then used in a secondary, hydraulically separate circulation in the building.*

***Keywords:** district heating, reliability, heat distribution system, hydraulic tests, pressure test.*

Введение

Износ теплосетей опережает темпы модернизации и реконструкции предприятий энергетики. Общая протяженность тепловых сетей в России на конец 2013 года составляла 168 тыс. км в двухтрубном исчислении, при этом 48 тыс. км (28%) нуждались в ремонте и реконструкции. Протяженность тепловых сетей, имеющих 100-процентный физический износ, составляла более 32 тыс. км (19%) [1].

К сожалению, одновременно заменить весь объем трубопроводов, требующих ремонта, не представляется возможным, необходимо выбрать и переложить лишь самые изношенные участки [2]. Основной метод их определения – гидравлические испытания на плотность и прочность (опрессовки).

Факторы, определяющие порядок проведения гидравлических испытаний

Тепловые сети должны подвергаться ежегодным гидравлическим испытаниям на прочность и плотность (опрессовкам) для определения состояния трубопроводов и установленного на них оборудования, выявления ненадежных мест, подлежащих

устранению при ремонтах, для проверки качества монтажных и ремонтных работ¹. Это и обуславливает деление всей массы проводимых в межотопительный период работ на два больших типа: непосредственно после окончания отопительного периода и после завершения большей части работ в рамках программ проведения капитального ремонта и технического перевооружения, т. е. после окончания так называемой ремонтной кампании. В странах Западной Европы, Скандинавии и США [3] ежегодные гидравлические испытания и вовсе не проводятся.

Гидравлической опрессовке на плотность и прочность подвергаются магистральные и распределительные, а также внутриквартальные сети, в том числе принадлежащие абонентам, которые подают письменную заявку теплоснабжающим организациям на испытания. Испытания тепловых сетей на плотность и прочность проводятся отдельно от других видов испытаний. При опрессовке тепловые пункты и местные системы потребителей должны быть отключены от испытываемой сети. Температура воды в тепловой сети при испытании на плотность не должна превышать 40°C^2 . Основным способом испытаний на плотность и прочность является испытание по схеме «в тупик», т. е. без циркуляции воды в подающем и обратном трубопроводах [4].

Сеть считается выдержавшей испытание на гидравлическую плотность и прочность, если при нахождении ее в течение 10 минут под давлением, указанным в программе испытаний [5], подпитка не превышает нормативной величины. По проведенным испытаниям должен быть составлен акт.

Гидравлические испытания производятся в межотопительный период, т. е. в тот период времени, когда фактором, определяющим функционирование систем централизованного теплоснабжения, является обеспечение нагрузки горячего водоснабжения. Вместе с тем, в соответствии с изменениями и дополнениями, внесенными в федеральный закон³, коренным образом изменятся подходы к созданию систем горячего водоснабжения. Если раньше право на существование имели обе системы – открытая и закрытая, то с 1 января 2013 года подключение вновь вводимых объектов капитального строительства к системам ГВС должно осуществляться только по закрытой схеме. А с 1 января 2022 года использование открытых централизованных систем теплоснабжения (горячего водоснабжения) для нужд горячего водоснабжения, осуществляемого путем отбора теплоносителя на нужды горячего водоснабжения, не допускается.

Краткая характеристика исследуемого объекта

Базовыми источниками системы централизованного теплоснабжения города Омска являются станции с комбинированной выработкой тепловой и электрической энергии АО «ТГК-11» (ТЭЦ-3, ТЭЦ-4, ТЭЦ-5) с суммарной установленной тепловой мощностью 4000,74 Гкал/ч; ТЭЦ-2, работающая в режиме котельной, и Кировская

¹ РД 153-34.0-20.507-98 Типовая инструкция по технической эксплуатации систем транспорта и распределения тепловой энергии (тепловых сетей). - М.: СПО ОРГРЭС. RD 153-34.0-20.522-99. Типовая инструкция по периодическому техническому освидетельствованию трубопроводов тепловых сетей в процессе эксплуатации [Model Guidelines for Periodic In-Service Technical Certification of Pipelines of Piped Heat Supply Networks] Moscow: SPO ORGRES, 2000

² СО 153-34.20.501-2003 Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. SO 153-34.20.501-2003 Pravila tekhnicheskoy ekspluatatsii elektricheskikh stantsiy i setey Rossiyskoy Federatsii. [Operation Requirements for Electrical Power Plants and Networks in the Russian Federation]

³ Федеральный закон № 190-ФЗ от 27 июля 2010 г. «О теплоснабжении» (внесены изменения федеральным законом № 417-ФЗ от 7 декабря 2011 г.). Federalnyy zakon RF ot 27 iyulya 2010 g. № 190-FZ «O teplonasabzhenii» [Federal Law № 190-FZ «Heat Supply System»]

районная котельная (КРК) АО «Омск РТС» с суммарной установленной мощностью 963 Гкал/ч. В летний период происходит полный останов ТЭЦ-2, нагрузка на ГВС которой обеспечивается по открытой схеме по одному (обратному) трубопроводу от ТЭЦ-5 через перемычки, предусмотренные между тепловыми сетями двух источников, нормально закрытые в расчетном зимнем режиме [6]. Климатические условия местности, в которой находится населенный пункт, определяют окончание отопительного периода в первую-вторую декаду мая, начало нового сезона приходится, как правило, на вторую половину сентября. Дальнейшее рассмотрение будет вестись на примере магистральных тепловых сетей от имеющегося в городе наиболее мощного источника комбинированной выработки — ТЭЦ-5. Их протяженность — более 80 км, к ним присоединено 1240 Гкал/ч тепловой нагрузки, из которых 42 Гкал/ч приходится на горячий водоразбор по открытой схеме, 95 Гкал/ч — по закрытой. Станция удалена от черты плотной городской застройки в среднем на 6–10 км, головные участки имеют диаметры 800 и 1000 мм. Отрезки магистральных трубопроводов (так называемых «лучей»), находящиеся за этой условной границей, выполнены надземно и представляют собой наиболее надежную часть в структуре тепловых сетей источника. Из-за значительной удаленности конечных потребителей от станции, в организации гидравлического режима участвует семь перекачивающих насосных станций (ПНС), в течение лета в работе находится сетевой насос лишь одной (ПНС-8). Другой особенностью летнего режима является принципиальное изменение структуры потребления горячей воды: порядка 70% нагрузки переводится на открытую схему или сохраняется на ней, для обеспечения оставшихся тридцати требуется организация циркуляции.

Порядок и результаты проведения гидравлических испытаний

На предприятии омских магистральных тепловых сетей имеется четыре ремонтно-эксплуатационных единицы. Большая часть теплопроводов большого диаметра от ТЭЦ-5 находится в оперативном управлении одной из них (тепловой район №5). Испытания проводятся силами каждой ремонтно-эксплуатационной единицы обособленно и независимо друг от друга. Проведение масштабных опрессовок на магистралях г. Омска в обязательном порядке увязывается с отключением ГВС. К примеру, в 2015 году тепловые сети большого диаметра (лучи) от ТЭЦ-5 отключались в два этапа. В рамках первого (с 20 мая по 02 июня), т. е. спустя две недели после окончания отопительного периода, в течение нормативных 14 суток была остановлена работа лучей «Западный», «Северный», «Оранжерея». В середине июня для проведения гидравлических испытаний и ремонтно-профилактических работ на такой же период времени (две недели) были выведены из работы лучи «Восточный», «Южный», теплотрасса «Октябрьская». Суммарный среднечасовой расход тепловой энергии на ГВС потребителей, подключенных к ним, составляет 77,42 Гкал/ч (сюда же включена нагрузка ТЭЦ-2, планово останавливаемой в межотопительный период), т. е. без централизованного снабжения горячей водой остались абоненты, чья суммарная потребность равна 63% от общей нагрузки, которую удовлетворяет ТЭЦ-5 в расчетном летнем режиме. В августе гидравлические испытания производятся собственными силами при помощи ПНС, а в сентябре они связаны с окончанием ремонтной кампании; в опрессовках снова участвует источник. Отключения этого периода не являются столь масштабными и по возможности согласовываются с графиком проведения работ на распределительных тепловых сетях, тепловых вводах и узлах потребителей. Передовым опытом в городе Омске является снижение количества дней отключения горячей воды до четырех в микрорайоне «Релеро» [7]. Такая возможность, в том числе, связана с подключением одноименного луча к магистральному трубопроводу в точке, удаленной от источника всего на расстояние около пяти километров, что дает некую автономность

в части обеспечения микрорайона услугой централизованного ГВС, не требуя подстраиваться под выполнение ремонтных работ, как правило проводящихся в черте плотной городской застройки.

Большая часть порывов приходится на первые дни испытаний на плотность и прочность (рис. 1).

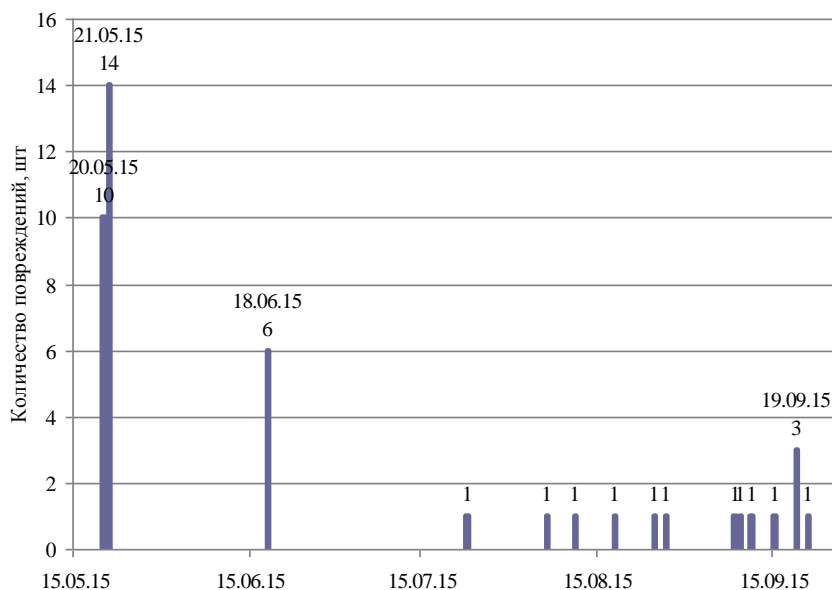


Рис. 1. Распределение количества выявленных повреждений по датам при проведении ежегодных гидравлических испытаний на трубопроводах тепловых сетей, находящихся в зоне ответственности пятого теплового района, в течение межотопительного сезона 2015 года

Подавляющая доля повреждений выявляется на трубопроводах канальной прокладки, которая, как было сказано, частично увязана с районом многоэтажного строительства [8]. Испытания подающего и обратного трубопроводов производятся в один день, причем вначале поднимается давление в подаче. Заполнение обратного трубопровода достигается путем открытия перемычек. Опрессовки с участием источника занимают большую часть рабочего дня, тогда как испытания, производимые собственными силами, длятся несколько часов.

Отрицательные последствия гидравлических испытаний

Негативные воздействия, связанные с прекращением подачи горячей воды, с несоответствием ее параметров нормативным требованиям [9], со снижением долговременной прочности трубопроводов тепловых сетей и другие [9-13], широко освещены в перечисленных работах. Вместе с тем, следует обратить внимание на другие недостатки.

Наиболее масштабные испытания, как правило, проводятся только первые два дня из двух недель, в течение которых отключено ГВС. Так, в 2015 г. первые испытания были проведены 20–21 мая, следующие – лишь 18 июня, уже в рамках второго этапа отключений (рис. 1). В 2016 году первые в межотопительный период опрессовки производились 17–18 мая, что связано с относительно ранним окончанием отопительного сезона. Анализ журнала устранения дефектов показал, что большая часть порывов устраняется в течение 5–10 дней, однако ремонтные работы на отдельных участках заканчиваются лишь к середине лета. Подавляющая доля повреждений на подающем трубопроводе, техническая и правовая возможность

обеспечить подачу теплоносителя с неполной циркуляцией по обратному трубопроводу делают в настоящее время положение дел приемлемым. Однако старение обратки, постепенный переход на закрытую схему, который в соответствии с ФЗ должен быть обеспечен до 2022 года, что потребует одновременного ввода в работу обоих трубопроводов, могут изменить ситуацию. Испытания на плотность и прочность, являясь методом разрушающего контроля, приводят к образованию порывов, что вынудит использовать оставшиеся 10–12 дней на производство полного объема ремонтных работ, которые, из-за достаточно большого количества повреждений, выявляемых на подающем трубопроводе, ограниченности материально-людских ресурсов организации, эксплуатирующей тепловые сети, и требования уложиться в согласованные сроки, будут носить по сути аварийно-восстановительный характер. Это самым негативным образом скажется на качестве проведения ремонтных работ, окажет отрицательное воздействие на надежность теплоснабжения потребителей, приводя к преимущественному появлению повреждений на одних и тех же участках. Попытка одномоментно сократить срок решением сверху, в угоду политической конъюнктуры, способна серьезно усугубить ситуацию.

Еще раз хочется обратить внимание, что даже на тех тепловых пунктах, где имеется техническая возможность сохранить подготовку горячей воды через теплообменник, организуется водоразбор непосредственно из тепловой сети, из-за чего около 60 Гкал/ч тепловой нагрузки приходится переводить на открытую схему. Необходимость проведения опрессовок сама по себе является одним из сдерживающих факторов возможности перехода на закрытую схему. Без сомнения, в отдельных случаях невозможность включить в работу оба трубопровода определяется программой проведения капитального ремонта на смежных участках и заявками от компаний, обслуживающих распределительные тепловые сети, тепловые вводы и узлы потребителей, однако основной причиной следует считать необходимость многократного проведения гидравлических испытаний.

Суммарный среднечасовой расход тепловой энергии на ГВС потребителей составляет 122,4 Гкал/ч. Принимая во внимание, что эта нагрузка двумя частями отключается на период 14 суток, а с помощью водонагревателей удовлетворяется 20% от потребности, получим, что только из-за этого ежегодно порядка восьми тысяч гигакалорий тепловой энергии приходится обеспечивать неэкономичным способом, когда в условиях имеющегося рядом источника комбинированной выработки, работающего с мощностью, много меньшей расчетной, неэффективно сжигающего топливо впустую, потребляется электроэнергия из единой энергосистемы. Такое положение дел, очевидным образом негативно влияя на экологию, заставляет потребителей тратить дополнительные денежные средства на установку водонагревателей и покупку киловатт-часов.

Важный, но почему-то неупоминаемый [9, 10] фактор отрицательного влияния гидравлических испытаний на качество ГВС потребителей обусловлен тем, что вода, насыщенная продуктами коррозии (на выходе из систем открытого водоразбора хорошо виден ее «ржавый цвет»), не только не соответствует требованиям санитарных правил и нормативов⁴, но и, попадая в систему ГВС, оказывает негативное воздействие на все ее элементы.

⁴ Санитарно-Эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения» Москва, 2002. Sanitarno-Epidemiologicheskiye pravila i normativy SanPiN 2.1.4.1074-01 «Pit'yevaya voda. Gigiyenicheskiye trebovaniya k kachestvu vody tsentralizovannykh sistem pit'yevogo vodosnabzheniya. Kontrol' kachestva. Gigiyenicheskiye trebovaniya k obespecheniyu bezopasnosti sistem goryachego vo-dosnabzheniya» [SANPIN 2.1.4.1074-01 Potable Water - Hygienic Requirements for Water Quality in Central Potable Water Supply Systems - Quality Control]. Moscow, 2002.

Заключение

Принимая во внимание все приведенные недостатки, становится ясным, что порядок проведения испытаний на плотность и прочность привычным путем изживает себя. Однако требование их проведения является нормативно закрепленным⁵: исключение сделано лишь для объектов нового строительства. Наиболее современной практикой омского предприятия (АО «Омск РТС») является поднятие давления при помощи опрессовочных линий перекачивающих насосных станций и применение передвижных насосных установок.

Литература

1. Ir. R. van Meenen, BGP Engineers B.V., Performance of piping systems used in district heating distribution networks in the Netherlands during the last 40 years. Netherlands, 2010. URL: <http://www.bgengineers.nl/medialibrary/warmtenet/Technical%20report%20piping%20systems%20district%20heating%20Netherlands%20.pdf> (дата обращения: 09.06.2016)
2. Weber C., Favrat D. Conventional and advanced CO₂ based district energy systems //Energy. – 2010. – Т. 35. – №. 12. – С. 5070-5081.
3. Phetteplace G. et al. District Heating Guide. Atlanta, ASHRAE, 2013. 374 p.
4. Ионин А. А. Надежность систем тепловых сетей. М.: Стройиздат, 1989.
5. Чичерин С.В. Величина пробного давления при проведении ежегодных гидравлических испытаний тепловых сетей / С.В. Чичерин // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». 2017. Т. 17, № 1. С. 13–20. DOI: 10.14529/power170102.
6. Чичерин С. В., Лебедев В. М., Глухов С. В. Оценка потерь от ежегодных плановых отключений горячего водоснабжения в г. Омске // Энергетик. 2017. №3. С. 25–26.
7. АО «Омск РТС» запустило пилотный проект по сокращению сроков отключения горячей воды. URL: <http://omsk.tgk11.com/news/view/199> (дата обращения: 09.06.2016).
8. Чичерин С. В. Повышение надежности тепловой сети путем применения труб повышенной коррозионной стойкости // Трубопроводный транспорт: теория и практика. 2016. № 6 (58). С. 34–36.
9. Рожков Р.Ю. Управление режимом теплоснабжения в зоне эксплуатационной ответственности ОАО «Теплосеть Санкт-Петербурга»//Новости теплоснабжения. 2012. № 1(137).
10. Матвеев В.И., Алибеков С.Я. Последствия проведения гидравлических испытаний и альтернативные пути обеспечения надежной эксплуатации тепловых сетей //Новости теплоснабжения. 2007. № 8(84).
11. Скоробогатых В.Н., Попов А.Б., Жарикова О.Н., Ротмистров Я. Г., Агапов Р.В., Алимов Х.А. Определение оптимальных параметров гидравлических испытаний тепловых сетей //Новости теплоснабжения. 2008. № 7.
12. Плешивцев В.Г., Пак Ю.А., Глухих М.В., Филиппов Г.А. и др. Анализ влияния скорости коррозии на изменение конструктивной прочности труб тепловых сетей и установление кинетической зависимости влияния этих изменений на уровень напряжений при рабочих и испытательных давлениях //Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2009. № 3. С. 43 –51.
13. Пак Ю.А., Плешивцев В.Г., Глухих М.В., Филиппов Г.А., Морозов Ю.Д., Чевская О.Н., Ливанова О.В. Влияние гидравлических испытаний на состояние металлов трубопроводов тепловых

⁵ Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением» (приказ Ростехнадзора № 116 от 25.03.2014 г.). Federal'nyye normy i pravila v oblasti promyshlennoy bezopasnosti «Pravila promyshlennoy bezopasnosti opasnykh proizvodstvennykh ob"yek-tov, na kotorykh ispol'zuyetsya oborudovaniye, rabotayushcheye pod izbytochnym davleniyem» [The Federal rules and regulations into the matter of the Industrial Safety "Industrial Safety Requirements of Hazardous Production Facilities dealing with pressurized units"] (the Rostekhnadzor decree 25 March 2014 no. 116).

сетей./В кн.: Труды конференции "Тепловые сети. Современные решения". Изд-во Новости теплоснабжения, 2005.

Авторы публикации

Жуков Денис Владимирович – канд. техн. наук, заместитель технического директора, Акционерного общества «Омские распределительные тепловые сети» (АО «Омск РТС»), структурное подразделение «Тепловые сети».

Чичерин Станислав Викторович – инженер Акционерного общества «Омские распределительные тепловые сети» (АО «Омск РТС»), структурное подразделение «Тепловые сети». E-mail: man_csv@hotmail.com.

References

1. Ir. R. van Meenen, BGP Engineers B.V., Performance of piping systems used in district heating distribution networks in the Netherlands during the last 40 years. Netherlands, 2010. Available from: <http://www.bgpengineers.nl/medialibrary/warmtenet/Technical%20report%20piping%20systems%20district%20heating%20Netherlands%20.pdf> (accessed 9 June 2016).
2. Weber C., Favrat D. Conventional and advanced CO₂ based district energy systems //Energy. – 2010. – Т. 35. – №. 12. – С. 5070-5081
3. Phetteplace G. et al. District Heating Guide. Atlanta, ASHRAE, 2013. 374 p.
4. Ionin A. A. Nadezhnost' sistem teplovykh setey [Reliability of the district heating distribution systems]. – М., Stroyizdat, 1989
5. Chicherin S.V. Pressure Value During Annual Pressure Tests of Heat Distribution System. Bulletin of the South Ural State University. Ser. Power Engineering, 2017, vol. 17, no. 1, pp. 13-20. DOI: 10.14529/power170102 (In Russ)
6. Chicherin S. V., Lebedev V. M., Glukhov S. V. Assessment of losses caused by annual routine domestic hot water interruptions: Omsk city. Energetik, no 3, 2017, 25-26 pp
7. АО «Омск РТС» запустит пилотный проект по сокращению сроков отключения горячего воды Available at: <http://omsk.tgk11.com/news/view/199> (accessed 9 June 2016).
8. Chicherin S. V. Povyshenie nadezhnosti teplovoj seti putem primeneniya trub povyshennoj korrozionnoj stojkosti [Enhancement of the district heating network performance by means of upgrading the corrosion resistance of a piping system]. Truboprovodnyi transport: teoriya i praktika [Pipeline transport: theory and practice]. 2016. № 6 (58). S. 34–36.
9. Rozhkov R.YU. Upravleniye rezhimom teplosnabzheniya v zone eksplua-tatsionnoy otvetstvennosti OAO «Teploset' Sankt-Peterburga» [The administering the heating regime of the "St. Petersburg Heating Grid", JSC operation area]. Novosti teplosnabzheniya, 2012, no. 1.
10. Matveyev V.I., Alibekov S.YA. Posledstviya provedeniya gidravlicheskikh ispytaniy i al'ternativnyye puti obespecheniya nadezhnoy ekspluatatsii teplovykh setey [The pressure test adverse effect and alternatives of ensuring the district heating systems failure-free maintenance]. Novosti teplosnabzheniya, 2007, no. 8.
11. Skorobogatykh V.N., Popov A.B., ZHarikova O.N., Rotmistrov YA. G., Agapov R.V., Alimov KH.A. Opredeleniye optimal'nykh parametrov gidravlicheskikh ispytaniy teplovykh setey [Selecting the rational testing mode of heating utility pipelines hydraulic tests]. Novosti teplosnabzheniya, 2008, no. 7.
12. Pleshivtsev V.G., Pak YU.A., Glukhikh M.V., Filippov G.A. i dr. Analiz vliyaniya skorosti korrozii na izmeneniye konstruktivnoy prochnosti trub teplovykh setey i ustanovleniye kineticheskoy zavisimosti vliyaniya etikh izmeneniy na uroven' napryazheniy pri rabochikh i ispytatel'nykh dav-leniyakh. [The impact analysis of the corrosion rate на изменение alteration in strength of heating utility pipelines dependence of the impact of these changes on the value of collapsing pressure during working and trial pressure operation]. Vodoochistka. Vodopodgotovka. Vodospnabzheniye, 2009, no. 3, pp. 43 – 51.

Authors of the publication

Denis V. Zhukov – Omsk RTS, JSC, Heating networks, Structural division, Deputy Technical director, Cand. Sci. (Techn.).

Stanislav V. Chicherin – Omsk RTS, JSC, Heating networks, Structural division, engineer, E-mail: man_csv@hotmail.com.

Поступила в редакцию

20 сентября 2016 г.