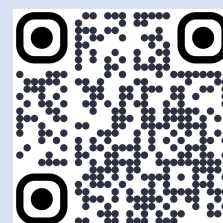




24-25-november 2023
International Conference journal on
“Climate Change Effects on Hydrology and Water Resources”

2023 yil 24-25-noyabr
“Iqlim o'zgarishi va suv resurslari gidrologiyasi”
xalqaro ilmiy-texnik anjuman jurnali

2023 год 24-25-ноябрь
“Изменение климата и гидрология водных ресурсов”
журнал международной научно-технической
конференции



This scientific collection was prepared based on the materials of the international conference on "Climate change effect on hydrology of water resources" held at Tashkent University of Architecture and civil engineering on November 24-25, 2023.

This collection is intended for international higher education institutions, institutes of the Academy of Sciences, experts of scientific research and design institutes, scientific staff, senior research staff candidates, independent researchers, graduate students and students on the impact of climate change on water resources, modern hydrology in water resources solutions, modern research in the hydraulics of structures, innovative technologies in hydrotechnical construction, modern problems of geotechnics, water supply, use of water resources and their protection, scientific results related to the topics of digital technologies in engineering infrastructure are highlighted.

Organising committee:	Ercan Kahya, TAQU/ITU, Uzbekistan/Türkiye (Rector) Nermin Şarlak, TAQU/KTUN, Uzbekistan/Türkiye Toshxo'jayev Alisher Ulxo'jayevich, TAQU, Uzbekistan Juraev Komil, TAQU, Uzbekistan Burkhanov Begzod, TAQU, Uzbekistan
International scientific committee	Prof. Dr. Ercan Kahya, TAQU/ITU, Uzbekistan/Türkiye Prof. Dr. Fayziev Xomitxon, TAQU, Uzbekistan Prof. Dr. Xusanxo'jayev O'lmas Imamovich, TAQU, Uzbekistan Prof. Dr. Rasulov Rustam Xayotovich, TAQU, Uzbekistan Prof. Dr. Buriyev Eshmurod Sattorovich, TAQU, Uzbekistan Prof. Dr. Arifjanov Aybek, TIQXMMI, Uzbekistan Prof. Dr. Nermin Şarlak, TAQU/KTUN, Uzbekistan/Türkiye Prof. Dr. Şahnaz Tiğrek, ISTE, Türkiye Prof. Dr. M. Cüneyt Demirel, ITU, Türkiye Prof. Dr. Eun Chul Shin, INU, South Korea Prof. Dr. M. Ali Ghorbani, University of Tabriz, Iran Assoc. Prof. Dr. Kuchkarova Dilafruz Xurramovna, TAQU, Uzbekistan Assoc. Prof. Dr. Mirzaev Askar Akramovich, TAQU, Uzbekistan Assoc. Prof. Dr. Sadykov Adkham Khamdamovich, TAQU, Uzbekistan Assoc. Prof. Dr. Baymatov Shaxriddin Xushvaqtovich, TAQU, Uzbekistan Assoc. Prof. Dr. Ibragimov Kudaybergen Ibragimovich, AEZOV, Kazakhstan Prof. Dr. Tursunova Elza Akramovna TAQU, Uzbekistan Assoc. Prof. Dr. Maxmudova Dildora Ernazarovna, TAQU, Uzbekistan Dr. Artıykbaev Darxan Jakısylykovich, AEZOV, Kazakhstan Dr. Agnieszka Dabska, WUT, Poland Dr. Sarita Gajbhiye Meshram, WRAM, India Dr. Kharytonchyk Sergei BNTU, Belarus Ass.prof. Livanski Dzmıtry BNTU, Belarus
Editors:	Burkhanov Begzod, TAQU, Uzbekistan Nishanova Iroda TAQU, Uzbekistan Galiyeva Dinara TAQU, Uzbekistan Umarov Dilshod TAQU, Uzbekistan

The authors are responsible for the content and quality of scientific articles and information included in this collection.

	ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ ВОД УЗБЕКИСТАНА	
18	<i>Марамов М.Б., Муродов П.Х</i> ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВ ПОВЕРХНОСТНЫХ МУТНЫХ И ВЫСОКОМУТНЫХ ВОД НЕКОТОРЫХ ГОРНЫХ И ПРЕДГОРНЫХ РЕКИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН	77
19	<i>Насиров Н.К., Курбонов Н.Б.</i> ИНТЕГРИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ ЗЕМЛЕДЕЛИИ	83
3-SECTION HYDRAULICS		
20	<i>Solijonov M.V., Mirzoakbarov S.I.</i> QUYOSH HAVO QIZDIRGICHLARINING BOTIQ QUVURLI HAVO KANALLARIDAGI GIDRAVLIK QARSHILIK JARAYONLARINI ANIQLASH	89
21	<i>Matkaziyeu D.A., Vaxromova D., Xamdamboyeua A.</i> QUVURLARDA NAPOR YO'QOLISHI	93
22	<i>Апакхужаева Т.У., Фаффорова М.Ф., Арифжанов С.Р., Джумабоева Р.</i> КАНАЛЛАРИНИГ ФОЙДАЛИ ИШ КОЭФФИЦИЕНТИНИ АНИҚЛАШ	96
23	<i>Abdulkhayev Z., Abdujalilova Sh., Abdumalikov R. R., Usmonaliyeva Sh. E.</i> KENGAYTIRUVCHI MEMBRANALI IDISH HAJMINI ANIQLASH	100
24	<i>Karimov I.T., Askarov X.A.</i> REKTIFIKARSION KOLONA APPARATININGNING GIDRAVLIK QARSHILIGINI XISOBLASH METODIKASI	106
25	<i>Abdulxayev Z.</i> SUV TA'MINOTI TIZIMIDA MARKAZDAN QOCHMA NASOSLARNING ISHGA TUSHURISHDAGI GIDRAVLIK ZARB HODISASI	109
26	ENERGIYA TEJAMKOR OQIMCHALI NOSOSLARNI GIDRAVLIK HISOBLARI <i>Madraximov M.M., Zokirov F.Sh.</i>	112
27	<i>Gürol Yildirim</i> NEW ANALYTICAL ENERGY-GRADIENT RATIO APPROACH FOR MANIFOLD FLOW HYDRAULICS-I: METHODOLOGY	115
28	<i>Gürol Yildirim</i> NEW ANALYTICAL ENERGY-GRADIENT RATIO APPROACH FOR MANIFOLD FLOW HYDRAULICS-II: IMPLEMENTATION	129
29	<i>Maxsitaliyev B.I., Nazirqulov N.O.</i> TO'SATDAN KENGAYGAN KANALDA LAMINAR OQIM MUAMMOSINI YECHISH UCHUN ODDIY USULIDAN FOYDALANIB SONLI USULDA HISOBLASH	139
30	<i>Bekmamadova G. A., Toshxojayev A. U., Narbayev S.M., Asmandiyorava R.B</i> ISSUES OF ENSURING THE SAFETY OF HYDRAULIC ENGINEERING STRUCTURES AND ENVIRONMENTAL FACTORS IN THEIR OPERATION	142
31	<i>Atakulov D. Y., Sotiboldiyeva Z.</i> KANALLARNI GIDRAVLIK HISOBLASH USULLARI	150
32	<i>Жонкобилов У., Жонкобилов С., Хушиев Ш., Жонкобилов Б.</i> ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ УДАР В ТРУБОПРОВОДЕ С ВОЗДУШНОЙ КАМЕРОЙ	155
33	<i>Жонкобилов У., Жонкобилов Б., Хушиев Ш., Баходиров Ш.,</i> МАКСИМАЛЬНО ВОЗМОЖНЫЙ НАПОР В ТРУБОПРОВОДЕ ПРИ ПРЯМОМ ПОЛОЖИТЕЛЬНОМ ГИДРАВЛИЧЕСКОМ УДАРЕ	162
34	<i>Жонкобилов У., Ражабов У., Жонкобилов Б., Улугмурадов М.</i> ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ УДАР С РАЗРЫВОМ СПЛОШНОСТИ ПОТОКА	169

5. Kasvi Ye. Fluvio-morphological processes of meander bends – combining conventional field measurements, close-range remote sensing and computational modelling. Sarja - ser. A II osa. tom. 298. Pinosalama Oy-Turku, Finland 2015
6. Arifjanov A., Samiyev L., Qurbonov Q., Apakxo'jaeva T., Yusupov Sh., Atakulov D. Processes of Mirishkor channel using GIS technologies. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Volume 918, Issue 1, 6 October 2020, DOI: 10.1088/1757-899X/918/1/012143
7. Rebecca A.H., David A.S., Julian L. Spatial variations in surface sediment structure in riffle-pool sequences: a preliminary test of the Differential Sediment Entrainment Hypothesis (DSEH). Earth Surface Processes and Landforms. Volume 38. Issue 5. Pp. 449-465. 2013. doi.wiley.com/10.1002/esp.3290
8. James D. Riley, Bruce L. Rhoads Flow structure and channel morphology at a natural confluent meander bend. Geomorphology 163–164 (2012) Pp.84–98. doi.org/10.1016/j.geomorph.2011.06.011
9. Daniel A., Getachew W. Quantitative analysis of morphometry on Ribb and Gumara watersheds: Implications for soil and water conservation. International Soil and Water Conservation Research 7 (2019) Pp. 150–157. doi.org/10.1016/j.iswcr.2019.02.003
10. Fang X., Hengxu H., James G., Hongbo Zh., Dongya K. Quaternary sediment characteristics and paleoclimate implications of deposits in the Three Gorges and Yichang areas of the Yangtze River. Geomorphology 351 (2020) 106981 Contents. doi.org/10.1016/j.geomorph.2019.106981
11. Salmela J., Kasvi E., Vaaja M.T., Kaartinen H., Kukko A., Jaakkola A., Alho P. Morphological changes and riffle-pool dynamics related to flow in a meandering river channel based on a 5-year monitoring period using close-range remote sensing. Geomorphology 352 (2020) 106982 Contents. doi.org/10.1016/j.geomorph.2019.106982
12. Altunin V.S. Meliorativnie kanali v zemlyanom rusle.- Kolos. 1979. 255 с.
13. Mirsxulava TS.Ye. Osnovi fiziki i mexaniki erozii rusel. Gidrometeoizdat. 1988. 303 с.
14. Kadirov A.A. Morfometricheskiye zavisimosti dlya ustoychivix rusel kanalov v melkopeschanix gruntax.- Trudi SANIIRI, 1985. 174 s.
15. Babajanov F., Atakulov D. Evaluation of the hydraulic and morfometric connections of the riverbed with using GIS. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Volume 869, Issue 4, 9 July 2020, DOI: 10.1088/1757-899X/869/4/042028

УДК 532.542

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ УДАР В ТРУБОПРОВОДЕ С ВОЗДУШНОЙ КАМЕРОЙ

Жонкобилов Улугмурад, д.т.н., проф., ВВАУ РУ зав. кафедры

Жонкобилов Собир, PhD, доц., КарИАИ НИУ «ТИИИМСХ»,

Хушиев Шухрат, асс. КарИАИ НИУ «ТИИИМСХ»

Жонкобилов Бектемир, ст. преподаватель кафедры «Экология и охрана окружающей среды»

КарИЭИ

Аннотация. Статья посвящена к исследованию воздушной камере, применяемых в длинных напорных системах и в напорных трубопроводах насосных станций. В работе дана анализ научных работ. Эффективность работы напорных трубопроводов зависит от обеспечения их безаварийной работы напорно-гидравлических систем. Надежность длинных

напорных трубопроводов обеспечиваются с применением предлагаемой конструкции гасителя гидроудара.

В результате совместного решения уравнение неустановившегося напорного движения жидкости, уравнение сплошности потока и уравнение состояния воздуха в камере получены зависимости для расчета объема предлагаемого противоударного устройства с учетом изотермического и адиабатического законов сжатия воздуха.

Для проверки надежности полученных зависимостей для расчета параметров камеры проводились экспериментальные исследования воздушной камеры. При этом применялись современные научные приборы. Авторами данной работы разработаны специальный датчик давления для регистрации изменения гидродинамического давления в напорных системах при нестационарном течение жидкости..

При этом получено надежное совпадение результатов расчетов воздушной камеры с опытными данными. Выполненные опыты исследований доказывают, что предлагаемый гаситель является весьма эффективными и экономичными противоударными устройствами гидроудара для длинных напорных трубопроводов.

Ключевые слова: гидравлический удар, воздушная камера, напорный трубопровод, положительный гидроудар, насосная установка, обратный клапан.

Введение. Одним из эффективных средств защиты трубопроводов от гидравлического удара является воздушная камера, устанавливаемая при положительном гидроударе в конце напорного трубопровода перед задвижкой или гидроударе с понижения давления в начале напорного трубопровода после обратного клапана насосной установки и станции [1,2,3,4,5,18].

Расчет гидравлического удара в напорном трубопроводе с воздушной камерой сводится к определению необходимого объема воздуха в камере для поддержания давления в допустимых пределах [6,7,8,9,10,11].

Н.Е. Жуковским [1] дан анализ процессов, происходящих в воздушной камере, при прямом гидравлическом ударе и формулы для определения объема воздуха в камере.

И.А. Чарным [12] дается более общее решение задачи с использованием линеаризованных уравнений гидромеханики вязкой жидкости.

Л.Б. Зубовым [13] дается приближенная формула для определения объема воздуха в камере. Однако, предположение автора о том, что втекание жидкости в камеру происходит в течение одной фазы удара, вызывает возражения.

Аллиеву теоретически доказал, что повышение давления в камере происходит за время, превышающее фазу удара, что в дальнейшем подтвердилось экспериментами А.Ф. Мостовского [2].

Перечисленные решения задачи гидравлического удара в трубопроводе с воздушной камерой применимы для прямого гидравлического удара при условии $t \leq \frac{2Z}{a}$. Поэтому полученные в этих работах формулы хорошо согласуются с экспериментом лишь при малых объемах гасителей гидроудара - воздушной камеры [10,11].

Методика исследований. Отвлекаясь от волнового характера гидродинамических процессов, происходящих в трубопроводе и в камере, для решения задачи нами использовано уравнение неустановившегося движения идеальной несжимаемой жидкости в жесткой трубе [10,11,12].

Рассмотрим напорную систему, состоящую из трубопровода длиной Z с задвижкой на конце, резервуара и воздушной камеры перед задвижкой (рис. 1). Движение жидкости по

трубопроводу происходит под давлением P_0 со начальной скоростью ϑ_0 . Объем воздуха в камере при этом режиме W_0 .

В момент времени $t = 0$ мгновенным закрытием задвижки вызывается неустановившееся движение, которое описывается уравнением [10,11]

$$P = P_0 + \frac{\gamma Z}{g} \frac{d\vartheta}{dt}, \quad (1)$$

где P – максимальное абсолютное давление воздуха в камере, P_0 – абсолютное давление воздуха до закрытия задвижки.

Для определения зависимости P от ϑ воспользуемся уравнениями неразрывности $\vartheta \omega dt = -dW$ (2)

и состояния идеального газа [10,11,12,13]

$$P_0 W_0 = P W, \quad (3)$$

$$P_0 W_0^k = P W^k, \quad (4)$$

где dW – изменение объема воздуха в камере; W_0 – объем воздуха в камере.

Результаты исследований. Вышеприведенные уравнения (1), (2), (3) и (4) образуют замкнутые системы, решение которых при условии $P(\vartheta_0) = P_0$ представляется в виде:

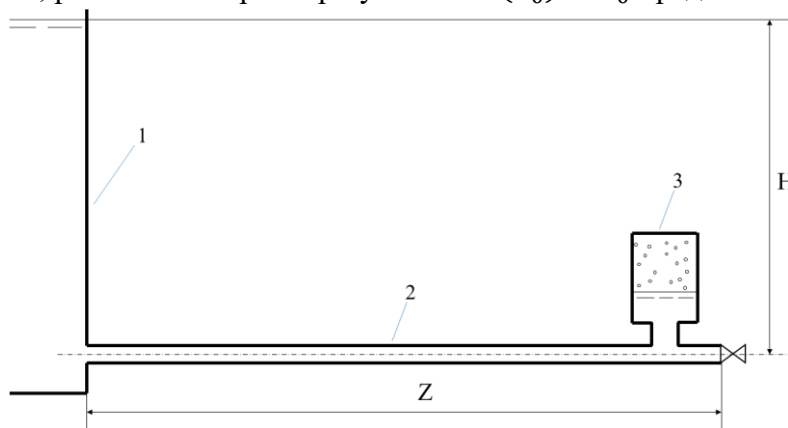


Рис. 1. Схема напорной системы; 1- резервуар; 2- напорный трубопровод; 3 – воздушная камера; Ω – поперечная площадь камеры.

$$\vartheta_0^2 - \vartheta_0 = 2g \frac{W_0 P_0}{W_T \gamma} \left(\ln \frac{P}{P_0} - 1 + \frac{P_0}{P} \right), \quad (5)$$

$$\vartheta_0^2 - \vartheta_0 = 2g \frac{W_0 P_0}{W_T \gamma} \left\{ \frac{1}{k-1} \left[\left(\frac{P}{P_0} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] - 1 + \left(\frac{P_0}{P} \right)^{\frac{1}{k}} \right\}, \quad (6)$$

Где: W_T – объем трубопровода, ϑ_0 – начальная скорость движения воды.

С помощью уравнений (2), (3), (5), (6) можно получить зависимость давления от времени $-P(t)$. Однако, вывод этой зависимости связан с определенными математическими трудностями, поэтому ограничиваемся лишь определением объема воздуха в камере. Втекание жидкости в камеру прекращается при $\vartheta = 0$, чему соответствует максимально сжатое состояние воздуха [10,11,14,15,16,17]. Обозначим давление этого состояния через P_1 .

Тогда из уравнений (5) и (6) найдем необходимый объем воздуха для получения наперед заданного давления P_1 :

в случае изотермического процесса

$$W_0 = \frac{\vartheta_0^2}{2g \frac{P_0}{\gamma} \ln \frac{P_1}{P_0} - 1 + \frac{P_0}{P_1}} W_T, \quad (7)$$

в случае адиабатического процесса

$$W_0 = \frac{\vartheta_0^2}{2g \frac{P_0}{\gamma}} \frac{W_T}{\frac{1}{k-1} \left[\left(\frac{P_1}{P_0} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] - 1 + \left(\frac{P_0}{P_1} \right)^{\frac{1}{k}}} \quad (8)$$

Формулы (7) и (8) весьма удобны для расчета, так как в них отсутствует время, за которое давление воздуха в камере достигает наибольшего значения. Из этих формул следует, что необходимый объем воздуха для поддержания давления P_1 , прямо пропорционален квадрату начальной скорости и объему трубопровода. Формулы (7) и (8) удовлетворяют условию $P \rightarrow P_0, W_0 \rightarrow \infty$.

Для проверки теоретических зависимостей (7) и (8) проведены опыты на экспериментальной установке (Рис.2).

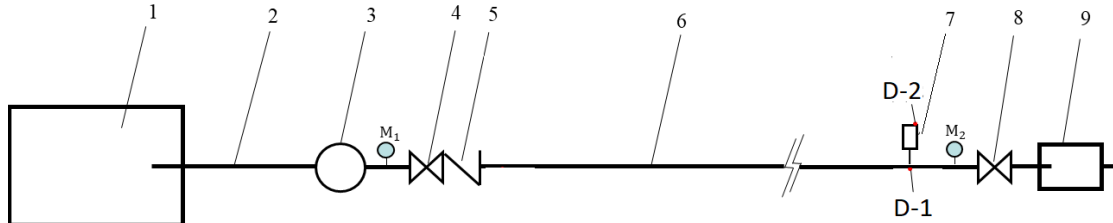


Рис.2. Схема насосной установки: 1-резервуар; 2-всасывающий трубопровод; 3-насос; 4,8-задвижки; 5-обратный клапан; 6-напорный трубопровод; 7-воздушная камера; 9- напорный бассейн.

Схема конструкции воздушной камеры и её элементы показаны на рис.3.

Опыты производились в следующей последовательности. Создавался стационарный режим движения воды по напорному трубопроводу, расход измерялся объемным способом, определялись начальное давление P_0 по манометру M_1 и объем воздуха в камере с помощью ротометра. Нужный объем воздуха подовалась компрессором. Затем быстрым закрытием задвижки вызывался гидравлический удар и записывалось изменение давления в камере и в трубопроводе с помощью датчиков давлений D_1 и D_2 . Перед проведением следующего опыта объем воздуха изменялся пропуском последнего через кран. В результате проведенных исследований был получен ряд диаграмм (рис.4). По тарировочным графикам [6,7] определены параметры установившегося движения жидкости: расход Q , скорость ϑ_0 , объем воздуха W_0 в гасителе при абсолютном давлении P . (рис. 2).

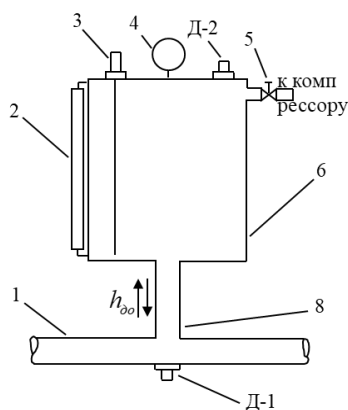


Рис.3. Схема конструкции воздушной камеры и её элементы: 1 – напорный трубопровод; 2 – указатель уровня; 3 – датчик уровня; 4 – манометр; 5 – вентиль; 6– воздушная камера; 7 – пробковый кран; Д-1, Д-2– датчики давления.

Блок-схема применяемых контрольно-измерительных приборов показана на рис 4.

На рис. 5 приведены записи изменения давления при разных объемах воздуха в камере.

В результате проведенных исследований был получен ряд диаграмм (рис.4). По тарировочным графикам [10,11] определены параметры установившегося движения жидкости: расход Q , скорость ϑ_0 , объем воздуха W_0 в камере при абсолютном давлении P . По диаграммам

гидравлического удара (рис.4) определены экстремальных значения давлений в напорном трубопроводе с воздушной камерой [10,11].

Из этих диаграмм видно, что по мере увеличения объема воздуха уменьшается давление и увеличивается время t_1 , в течение которого давление воздуха достигает наибольшего значения.

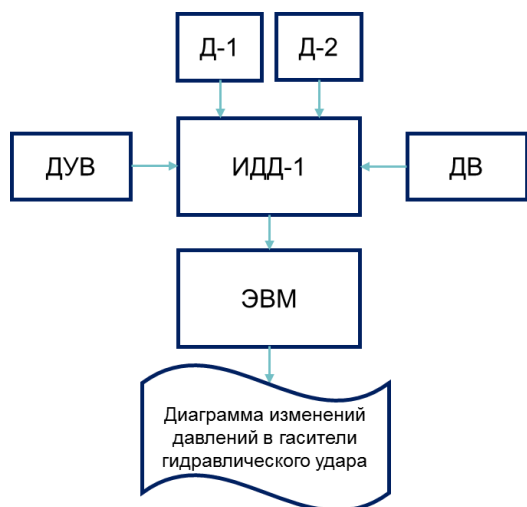


Рис.4. Блок-схема подключения контрольно-измерительной аппаратуры: Д₁ и Д₂ – датчики давления; ДУВ – датчик уровня воды; ДВ – датчик времени; ИДД-1 – вторичный преобразователь; ЭВМ – компьютер.

Воздушная камера 6 оборудовалась (рис. 2) указателем уровня 2 для визуального определения уровня воды в камере, вентилем 6 для подсоединения к компрессору (марка 155-2В₅УЧ), который обеспечивал нужный объем воздуха в гаситель [10,11].

Изменения уровня воды в камере 7 записывались на ЭВМ с помощью специально разработанного малоинерционного электронного датчика уровня 3 (рис. 3).

Датчики давления Д-1 и Д-2 (рис. 4) применялись для регистрации колебаний давления во времени в напорном трубопроводе 1 и в гасителе 6 (рис. 3), б). Сигналы с датчики давления Д-1 и Д-2 записывались на ЭВМ (рис. 4).

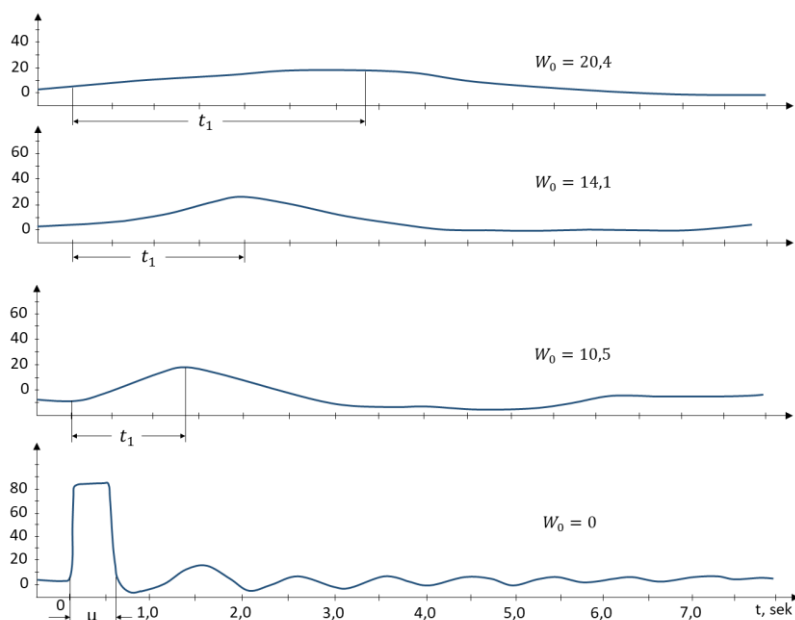


Рис.5. Опытные диаграммы изменения давления воздуха в камере при положительном гидравлическом ударе. На диаграммах: t_1 – время, в течение которого давление достигает максимума, μ – фаза удара, W_0 – объем воздуха в камере.

Для сравнения с экспериментальными данными на рис. 6 в относительных координатах представлена зависимость $\frac{W_0}{W_{тр}} \cdot 100$ от $\frac{P_1}{P_0}$ при $\vartheta_0 = 0,973$ м/сек. (кривые 1,2) и $\vartheta_0 = 0,5$ м/сек (кривые 3,4) для изотермического (кривые 1,3) и адиабатического (кривые 2,4) процессов сжатия воздуха. Как видно из этих графиков, для поддержания давления P_1 необходимый объем воздуха получается больше при адиабатическом процессе сжатия.

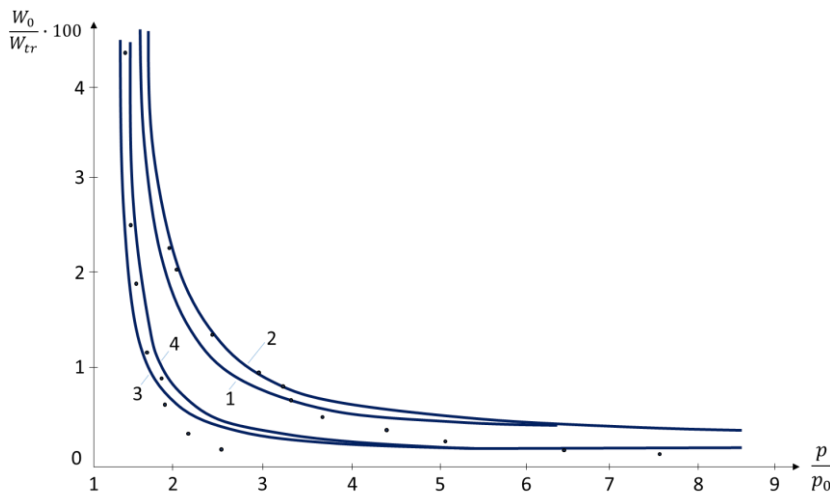


Рис.6. Кривые зависимости относительного объема воздуха $\frac{W_0}{W_{тр}} \cdot 100$ от относительного давления $\frac{P}{P_0}$ при изотермическом и адиабатическом процессах сжатия воздуха.

Результаты опытов, проведенных А.Ф. Мостовским [2]. и автором нанесены на рис. 5. Точки экспериментов хорошо совпадают с теоретическими кривыми и в основном находятся между ними. Следует отметить, что кривые асимптотически приближаются к оси абсцисс, так как пренебрежение сжимаемостью воды при отсутствии воздуха в камере должно привести к неограниченному возрастанию давления. В действительности, благодаря сжимаемости воды, гидравлические удары сопровождаются конечным повышением давления, определяемым по известной формуле Н.Е. Жуковского [1]. Поэтому расхождение результатов опытов от теоретических кривых при малых объемах воздуха вполне закономерно.

Опыты, проведенные автором на камерах, имеющих разные поперечные сечения и формы, выявили, что величина повышения давления не зависит от поперечного сечения и формы камеры. Это обстоятельство позволяет свободно выбрать конструкция камеры в зависимости от местных условий. Применение воздушных камер в напорных системах и на трубопроводах насосных станций способствует смягчению и уменьшению силы гидравлических ударов, возникающих при пуске насосов и при аварийном выключении электропитания двигателей насосов.

По отношению к другим средствам защиты трубопроводов от гидравлического удара воздушные камеры весьма экономичны тем, что при их установке в напорных системах отсутствует сброс жидкости и не требуется особого ухода при их эксплуатации.

Таблица 1.

Результаты опытов по исследованию положительного гидравлического удара в трубопроводе с воздушной камерой

№ опыт.	P_0	P	ϑ_0	Ω	W_0 по расчету		W_0 по опыту
					изотер.	адиаб.	

	кг/см ²	кг/см ²	м/сек	м ²	литр		
1	1,176	2,748	0,973	0,0522	18,52	22,05	20,4
2	1,165	3,335	0,973	0,0522	12,89	14,81	14,1
3	1,160	3,530	0,973	0,0522	11,76	13,36	11,6
4	1,196	2,281	0,973	0,0522	31,70	39,30	30,4
5	1,153	3,868	0,973	0,0177	10,07	11,24	11,5
6	1,093	4,523	1,044	0,0177	9,59	10,31	8,0
7	1,188	2,414	1,000	0,124	26,63	32,52	40,6
8	1,179	2,607	1,000	0,124	21,96	26,42	29,8
9	1,340	1,770	0,522	0,124	36,59	48,10	47,6
10	1,330	1,820	0,474	0,124	21,20	31,63	34,0
11	1,330	1,870	0,488	0,124	21,92	28,53	26,4
12	1,320	2,070	0,529	0,124	15,39	19,68	17,3
13	1,310	2,320	0,532	0,124	10,10	12,63	12,6

Заключение. На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Разработана методика расчета определения объема воздушной камеры установленной в конце напорном трубопроводе при гидравлическом ударе с учетом изотермического и адиабатического законов сжатия воздуха в камере.

2. Получены расчетные зависимости для определения оптимального объема воздуха в предлагаемой средства защиты напорных систем от гидравлического удара.

3. Сопоставление расчетных значений по предлагаемой зависимости объема камер показывает хорошее соответствие с результатами опытных данных. Это свидетельствует о надежности полученных зависимостей для расчета напорных систем при гидравлическом ударе.

Литература

1. Жуковский Н.Е. О гидравлическом ударе в водопроводных трубах. – М., Гостехиздат, 1949. – 104 с.
2. Мостовский А.Ф. Исследования гидравлического удара в трубах при малых напорах. – Труды МИИТа, М., 1929, вып.11, с.263-304.
3. Мошнин Л.Ф., Тимофеева Е.Т. Указания по защите водоводов от гидравлического удара. – М., Стройиздат, 1961, - 227 с.
4. P.F. Boulos, B.W. Karney, D.J. Wood, S. Lingireddy, Hydraulic transient guidelines for protecting water distribution systems, Am. Water Works Assoc. 97 (5) (2005) 111–124.
5. A. Triki, Further investigation on water-hammer control inline strategy in watersupply systems, J. Water Supply Res. Technol. Aqua 67 (1) (2018) 30–43.
6. Рахматулин Х.А. Гидравлический удар в трубах круглого сечения при движении многофазных сред. – Изв. АН УзССР, сер. техн. наук: Механика, 1970, № 5, с. 27...30.
7. Evangelisti G. Waterkammer analysis by the Method of characteristics. – L’Energia, Elektrica/ - Milano, 1969, v. 86, № 42, p.839-858.
8. J.I.Adachi, E. Detournay, A.P. Peirce, Analysis of the classical pseudo-3D model for hydraulic fracture with equilibrium height growth across stress barriers, Int. J. Rock Mech. Min. Sci. 47 (2010) 625–639.
9. Алышев В.М. Методика расчета воздушно – гидравлических колпаков с демпфирующим сопротивлением. – В сб.: Гидравлические исследования и расчеты гидромелиоративных сооружений. М., МГМИ, 1982, с.15-49.

10. Bazarov O., Jonkobilov U., Jonkobilov S., Rajabov U., Xoshiyev Sh. Numerical substantiation of the parameters of the air-hydraulic hood by a diaphragm// E3S Web of Conferences 264, 03035 (2021), Conmechydro – 2021, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126403035>.
11. .Jonkobilov U., Jonkobilov S., Rajabov U., Egamnazarov T., Xo'shiyev Sh. Analytical substantiation of the parameters of the directional air-hydraulic hood // E3S Web of Conferences 264, 03034 (2021), Conmechydro – 2021, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126403034>.
12. Чарный И.А. Неустановившееся движение реальной жидкости в трубах. – М., Недра, 1975. – 296 с
13. Зубов Л.Б. Зубов Л.Б. Гидравлический удар в трубопроводе с воздушной камерой. – Труды ВНИИ ВОДГЕО, М., 1964, вып.8, с.36-40.
14. Ghidawi MS, Zhao M, McInnis DA, Axworthy DH. A review of water hammer theory and practice. Department of Civil Engineering, The Hong Kong University of Science and Technology, Hong Kong, China. Appl. Mech. Rev.2005;58:49e76.
15. Дикаревский В.С., Капинос О.Г. Водоснабжение и водоотведение. -С–б.: ПГУПС, 2005.- 155с.
16. Лямаев Б. Ф., Небольсин Г. П., Нелюбов В. А. Стационарные и переходные процессы в сложных гидросистемах. Методы расчета на ЭВМ. – Л., 1978. – 192 с.
17. Фокс Д. А. Гидравлический анализ неустановившегося течения в трубопроводах (пер. с англ.). – М., Энергоиздат, 1981. – 247 с.
18. Sadafi M, Riasi A, Nourbakhsh SA. Cavitating flow during water hammer using a generalized interface vaporous cavitation model. J Fluids Struct 2012;34:190–201.

УДК 532.595.2:532.529

МАКСИМАЛЬНО ВОЗМОЖНЫЙ НАПОР В ТРУБОПРОВОДЕ ПРИ ПРЯМОМ ПОЛОЖИТЕЛЬНОМ ГИДРАВЛИЧЕСКОМ УДАРЕ

Жонкобилов Улугмурад, д.т.н., проф., ВВАУ РУ зав. кафедры

*Жонкобилов Бектемир, ст. преподаватель кафедры «Экология и охрана окружающей среды»
КарИЭИ*

Хушиев Шухрат, асс. КарИАИ НИУ «ТИИИМСХ»

Баходиров Шохрух, асс. КарИАИ НИУ «ТИИИМСХ»

Аннотация. Статья посвящена к исследованию прямого положительного гидроудара в напорных системах с учетом потери напора по длине трубопровода.

В статье приведены анализ научных работ, посвященных к определению максимально возможного напора при гидроударе влияющих на прочностных показателей напорных трубопроводов с учетом потери энергии по длине.

В статье приведено аналитическое исследование по определению максимально возможного напора гидравлического удара с повышением давления, который обеспечивает точную оценку оптимальных параметров напорных трубопроводов.

В статье получена зависимость для расчета максимально возможного напора положительного гидравлического удара с учетом потери энергии по длине трубопровода, она повышает и обеспечивает надежность напорной системы и ресурсосбережение при проектировании напорных трубопроводов.

Результаты теоретических исследований сопоставлены с опытными данными В.И.Блохина. При этом получено надежное совпадение результатов расчетов напорных