

Изучение нестационарных гидрогазодинамических процессов в трубопроводных системах

Студенты 2 курса гр. 16-ТиГ:

Мошкара Т.В.

Луданный О.В.

Лобиченков Е.И.

Руководитель:

доц. каф. «ПТЭ», канд. техн. наук Казаков Валерий
Сергеевич

- ▣ Объектом исследования являются гидравлический и газодинамический удар в простых трубопроводах при внезапной остановке теплоносителя.

- Явления гидравлического и газодинамического ударов достаточно распространены в трубопроводных системах. Например, часто перед ГРП и ВРП устанавливаются автоматические запорные клапаны, резкое срабатывание которых приводит к возникновению переходных процессов. Зачастую это приводит к разрушению трубопроводов или выходу из строя оборудования. Поэтому изучение этих явлений и методов борьбы с ними является актуальным.

- ▣ Цель работы - изучение зависимости динамики распространения явления гидравлического удара в трубопроводе от изменения различных параметров и сравнение её с газодинамическим ударом.
- ▣ Задачи:
 1. Изучить физическую картину процессов гидро- и газоудара;
 2. Рассчитать зависимость повышения давления от различных характеристик и построить графики;
 3. Проанализировать полученные графические зависимости;
 4. Рассмотреть методы борьбы с гидро- и газоударом и применение гидроудара на практике.

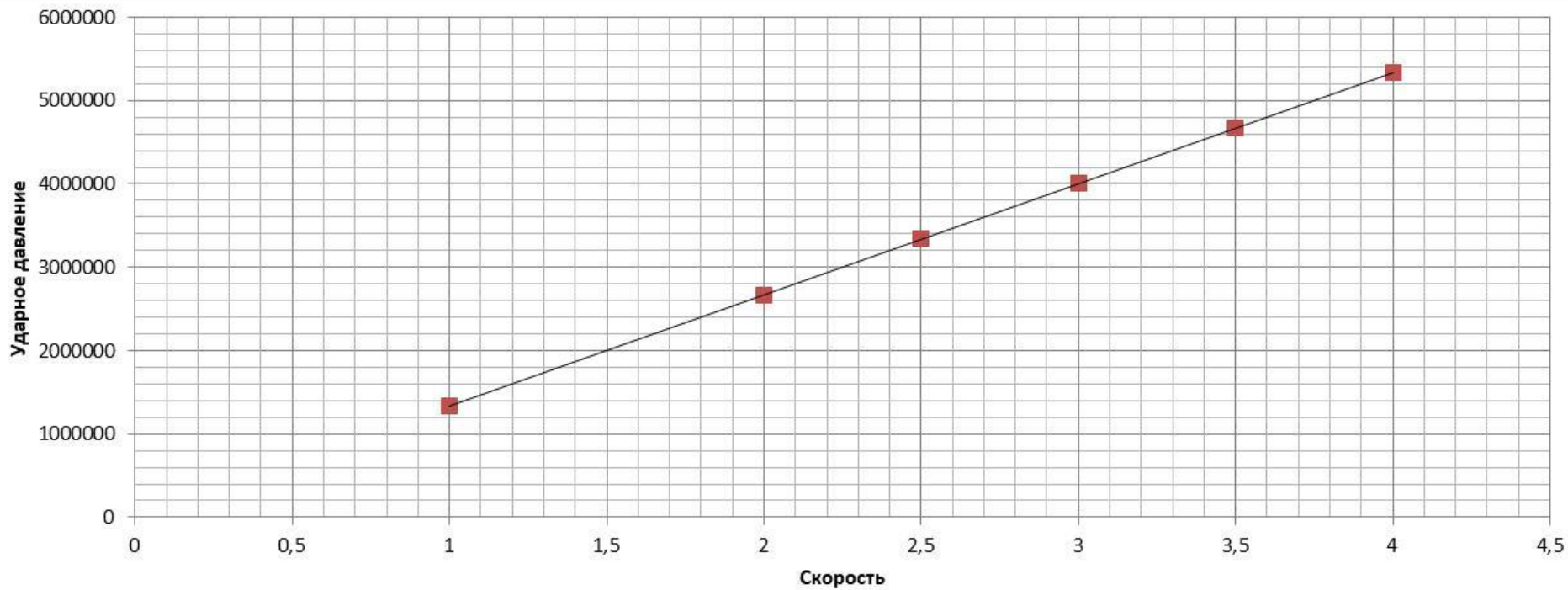
- ▣ Гидравлическим ударом называется явление резкого повышения давления в трубопроводе, возникающее при внезапном изменении скорости движения жидкости.
- ▣ Ударное повышение давления рассчитывается по формуле Н. Е. Жуковского:

$$\Delta p = \rho v C,$$

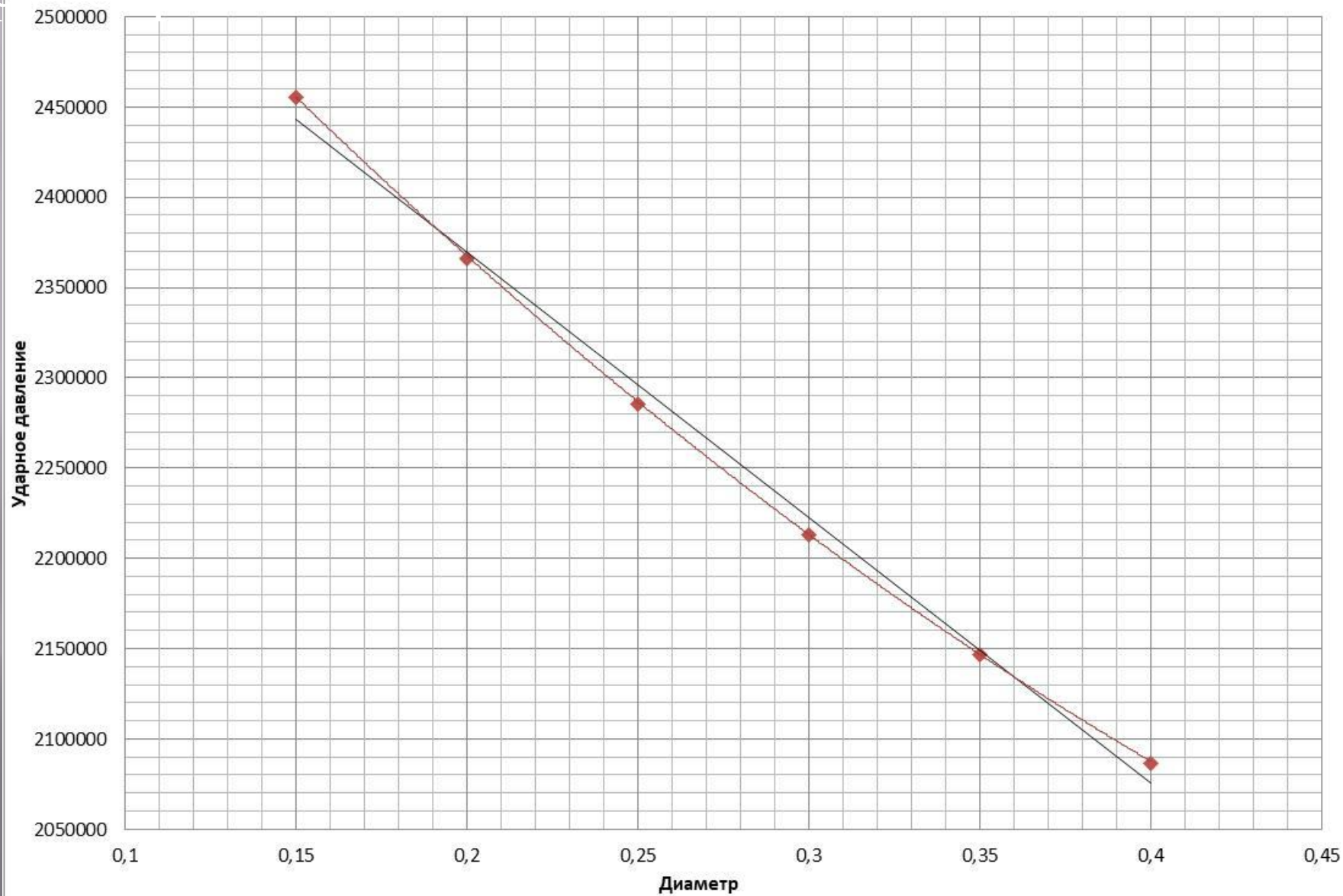
где

$$C = \sqrt{\frac{E_{ж}}{\rho \left(\frac{2r_0 E_{ж}}{\delta E_{ст}} + 1 \right)}}$$

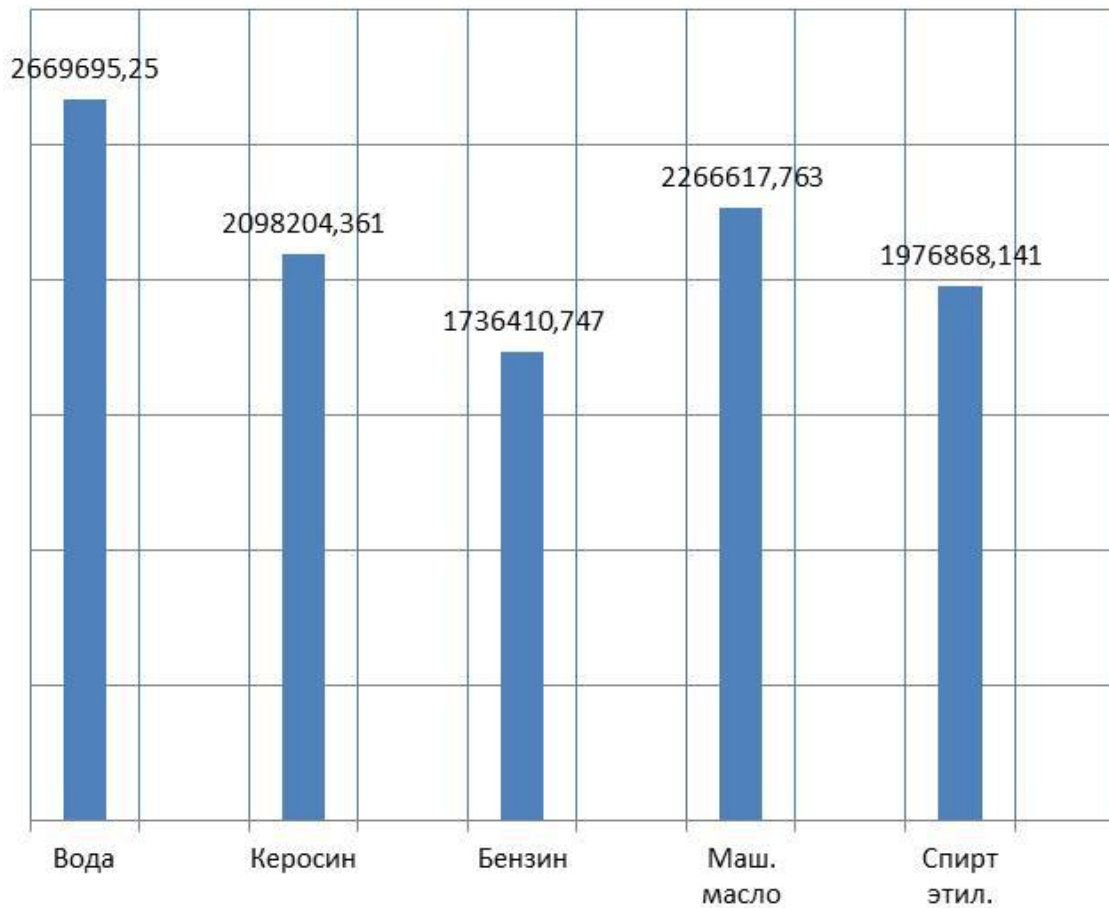
Зависимость ударного давления от скорости движения теплоносителя



Зависимость ударного давления от диаметра трубопровода



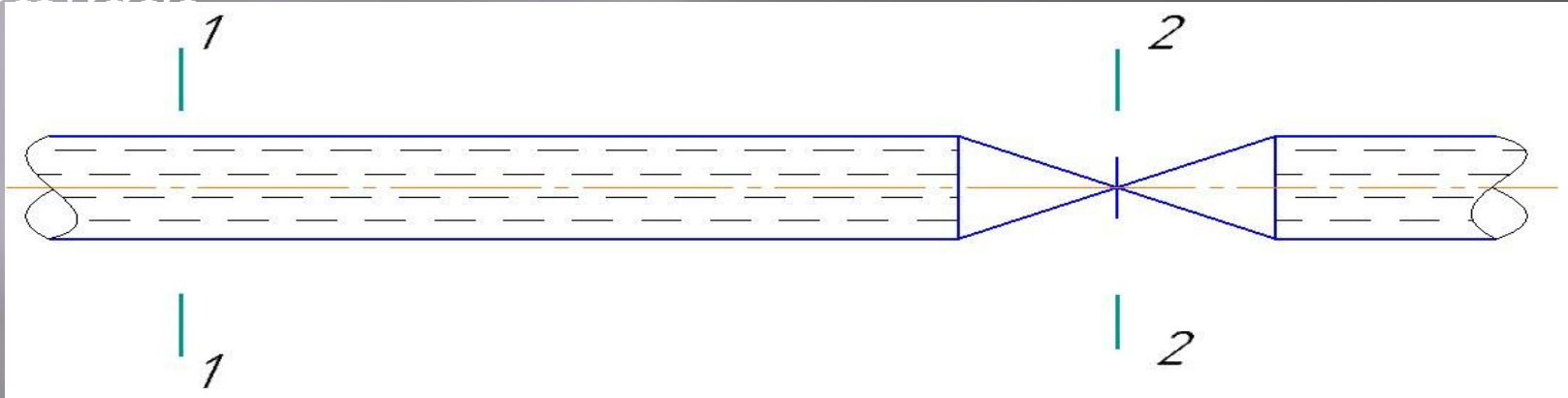
Величина ударного давления для разных жидкостей (Па)



Уравнение Бернулли для сжимаемого газа

$$\left(\frac{k}{k-1} \right) \frac{p}{\rho g} + \frac{v^2}{2g} + z = \text{const}$$

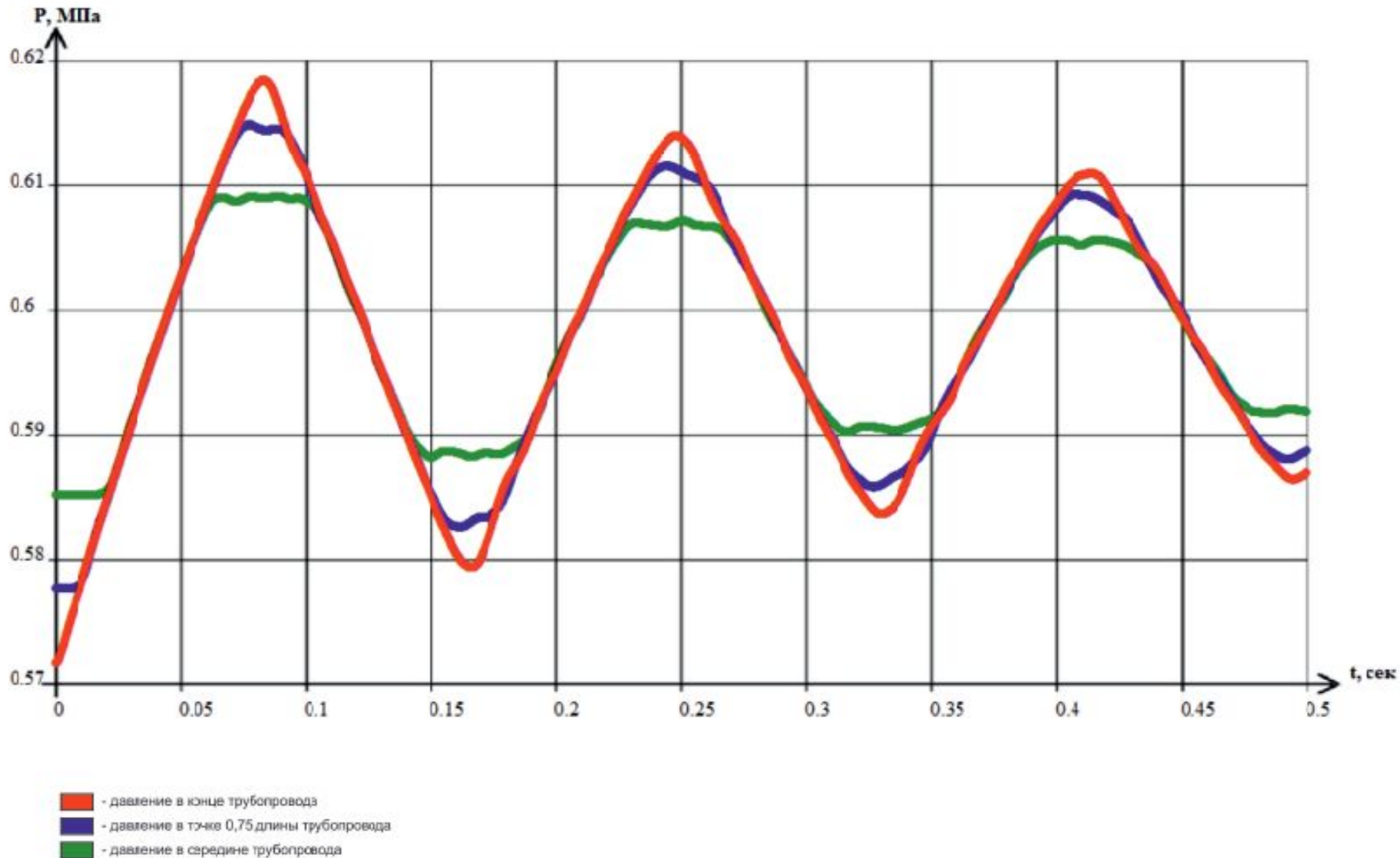
Схема простого трубопровода для применения уравнения Бернулли



Приведённое уравнение Бернулли для реального сжимаемого

$$\frac{\rho_1 v_1^2}{2} - \left(\lambda \frac{L}{D} + \Sigma \zeta \right) \frac{v_1^2}{2} = \frac{k}{k-1} \left(p_2 \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{-\frac{1}{k}} - p_1 \right)$$

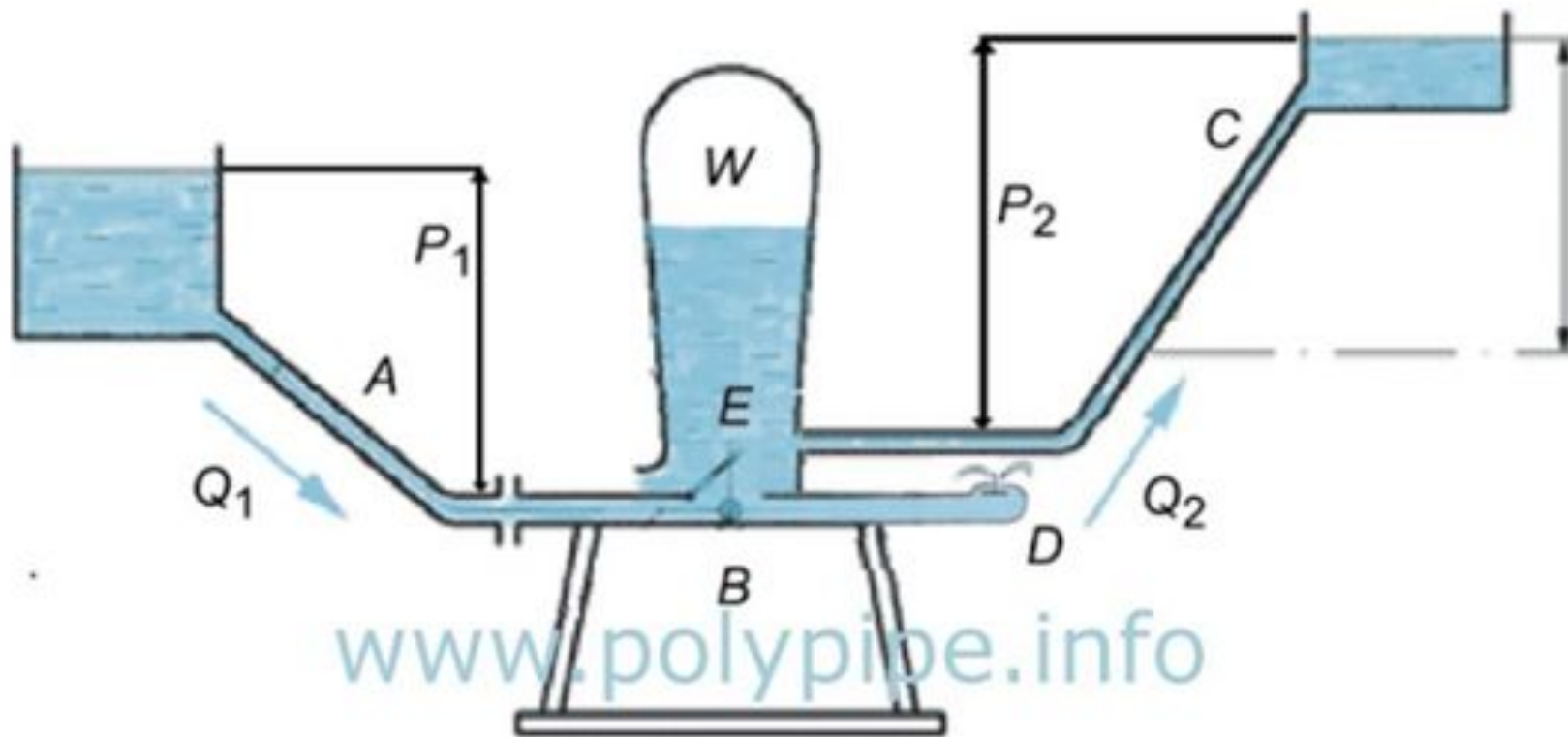
Изменение давления в различных частях трубопровода



Последствия гидроудар

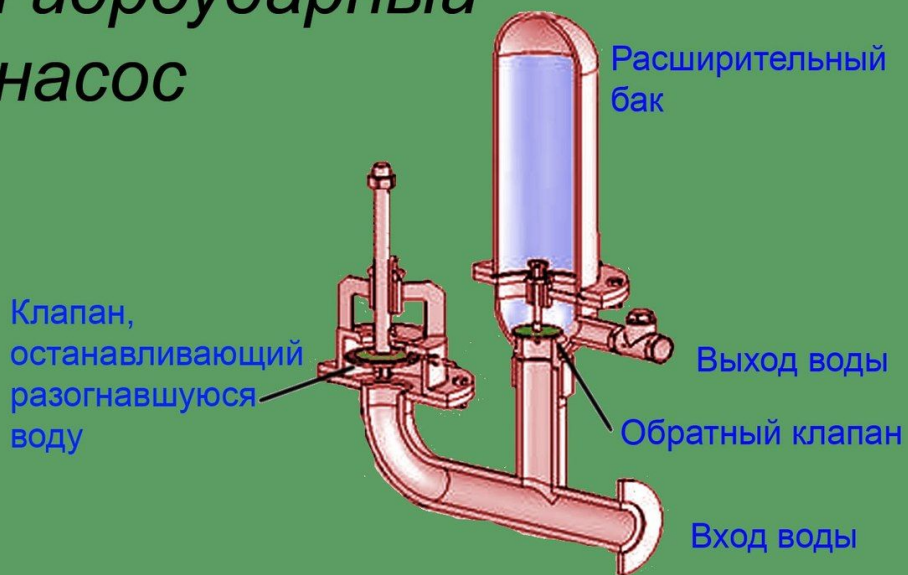


Гидравлический таран



Современные гидроударные устройства

Гидроударный насос



Вывод

- Физические картины процессов гидро- и газодинамического удара схожи и представляют собой затухающий колебательный процесс изменения давления по длине трубопровода.
- Мы составили расчетную схему в среде Excel, зависимости для гидроудара и построили графики.
- Из полученных графических зависимостей можно сделать выводы, что величина ударного давления при гидроударе линейно возрастает с увеличением скорости и падает с увеличением диаметра трубопровода. Так же величина ударного давления зависит от плотности жидкости.
- Повышение давления при гидроударе достигает больших значений (десятки атмосфер). При газодинамическом ударе увеличение давления незначительно, и при дозвуковых скоростях не превышает 10% от стационарного.
- Для борьбы с гидроударом высокую эффективность имеют такие методы, как: снижение скорости движения, увеличение диаметра трубопровода, установка демпфирующих устройств, а так же плавное закрытие задвижки. Так как газодинамический удар не несет угрозы, мероприятий для борьбы с ним не требуется.
- Явление гидроудара получило свое применение на практике в таком устройстве как гидротаран.

Список

литературы

- ▣ Овсепян В.М. Гидравлический таран и таранные установки: учеб. / В.М. Овсепян. М.: Машиностроение, 1968. 124 с.
- ▣ Прикладная газовая динамика. / Г.Н. Абрамович. Изд-во "Наука". 1991.
- ▣ Инженерное оборудование зданий и сооружений. Моделирование нестационарных процессов в газопроводах. / В.И. Панферов, С.В. Панферов. Вестник ЮУрГУ, №14, 2007.
- ▣ Угинчус А.А. Гидравлика и гидравлические машины: учеб. для вузов / А.А. Угинчус. М.: ТИД Az-book, 2009. – 394 с.
- ▣ Инженерное оборудование зданий и сооружений. Численное моделирование переходных процессов в газопроводах. / В.И. Панферов. А.А. Февралев. Вестник ЮУрГУ, №28, 2008.
- ▣ Построение математической модели переходных процессов в газопроводах с учетом неизотермичности и сжимаемости потока. / А.А. Сулова. Вестник ЮУрГУ, №1, 2013.
- ▣ Кудинов А.А. Гидрогазодинамика: учеб.пособие для вузов / А.А. Кудинов. – М.: ИНФРА-М, 2012. – 336 с.