

СТЕПЕНЬ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ВЕЛИЧИНУ НЕГАТИВНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО УДАРА В НАПОРНЫХ СИСТЕМАХ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

О. Г. КАПИНОС, канд. техн. наук, **Н. В. ТВАРДОВСКАЯ**, канд. техн. наук

*ФГБОУ ВПО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I»
Московский пр. дом 9, Санкт-Петербург, Россия, 190031
e-mail: olk1975@mail.ru, tvar dov_nv@mail.ru*

Неблагоприятные последствия для напорной системы в случае возникновения гидравлического удара наиболее ярко проявляются при разрыве стыковых соединений труб, когда возникают давления, превышающие их предел прочности. Однако колебания давления в трубопроводе при гидроударе, величина которых не превышает предела прочности системы, так же со временем могут приводить к авариям.

Неустановившееся напорное течение в напорном трубопроводе описывается системой дифференциальных уравнений, включающей в себя уравнение неразрывности и уравнение количества движения жидкости [1]. Анализ этих зависимостей показывает, что величина максимального давления, возникающего в системе при таких явлениях, зависит как от характеристик перекачиваемой жидкости, так и от параметров напорной магистрали.

Уменьшение количества транспортируемой жидкости по трубопроводам приводит к уменьшению скорости её движения, что при обычном гидравлическом ударе приводит к снижению величины максимального ударного давления. Практика эксплуатации показывает, что наибольшее количество аварий происходит на стальных трубопроводах, средний срок службы которых в системах коммунального водоснабжения составляет примерно 33 года. При этом толщина стенок труб уменьшается в среднем на 30-50% [2].

При изменении соотношения внутреннего диаметра D и толщины стенки трубы δ уменьшается одна из главных характеристик гидравлического удара – скорость распространения ударной волны c . В зависимости от соотношения D/δ скорость распространения волны гидравлического удара при транспортировке воды по трубопроводам из стальных труб варьируется от 1380 м/с до 1180 м/с; в полиэтиленовых ПВП – 300-150 м/с; в полиэтиленовых ПНП – 250-125 м/с. Однако в пластмассовых трубах за счет упругого отпора грунта скорость распространения ударной волны может увеличиваться на 40% и более [3].

Исследования показывают, что скорость распространения фронта ударной волны даже с учетом упругого отпора грунта значительно меньше в пластмассовых трубах, чем в стальных. А с уменьшением величины скорости распространения волны гидравлического удара c уменьшается и

максимальное возможное давление в трубопроводе при ударе. Однако с уменьшением скорости распространения ударной волны в трубопроводах увеличивается вероятность возникновения мест разрывов сплошности потока жидкости при нестационарных процессах, что может приводить к возникновению ударных давлений значительно большей величины.

В напорных системах при нестационарных режимах работы, когда давление во всем трубопроводе или в какой-либо его части падает ниже атмосферного давления, проявляется кавитация потока, которая может приводить к возникновению разрывов сплошности потока жидкости. Образование таких пустот создает условия для возникновения обратной скорости течения жидкости в трубопроводе, превышающей значение начальной скорости жидкости при установившемся режиме. В процессе гидравлического удара при изменении давления происходит схлопывание разрывов, которое приводит к появлению значительного результирующего давления в этом месте трубопровода, а из-за интерференции волн и во всем трубопроводе [1, 3, 4]. На процесс интерференции волн большое влияние будет оказывать профиль трубопроводов и тип установленной водоразборной арматуры.

С развитием программного обеспечения появилась возможность определять значения давления и скорости движения жидкости в расчетных узлах каждого участка трубопровода в течение всего неустановившегося процесса. По результатам расчета можно построить диаграммы изменения напора в характерных точках на протяжении всего времени процесса гидравлического удара, вызванного остановкой, пуском насосного агрегата, срабатыванием обратного клапана или закрытием задвижки. Для более точного моделирования процесса и получения расчетных значений напора, близких к действительным величинам необходимо учитывать факторы, влияющие на величину ударного давления в трубопроводе по всей его длине при возникновении разрывов сплошности потока жидкости [1, 3, 4].

Принимая решение о выборе материала труб при строительстве новых напорных систем или реконструкции существующих трубопроводов необходимо проводить расчет всех параметров возможного гидравлического удара (величины максимального и минимального давления по всей длине напорных линий, места локализации разрывов сплошности потока жидкости) с использованием вычислительной техники и современных методов расчета основанных на *методе характеристик* [3, 4].

Список использованных источников:

1. Дикаревский В.С. Водоводы. Монография. ТРУДЫ РААСН. Строительные науки. Том 3. – М.: РААСН, 1997. – 200 с.
2. Ашиянц Э.П. Гидравлический удар в нагнетательных водоводах. – Ереван: Лимуш, 2010. – 210 с.
3. Дикаревский В.С., Капинос О.Г., Твардовская Н.В. Гидравлический удар в напорных трубопроводах водоотведения // Вестник РААСН. – 2004. – Вып.8. – с.152-156.
4. Капинос О.Г., Твардовская Н.В. Противоударная защита напорных трубопроводов с применением обратных клапанов // Известия

Петербургского университета путей сообщения. – СПб.: ПГУПС, 2010.
Вып. 1 (22). – с. 93-104.