

ИНСТИТУТ МЕЛИОРАЦИИ, ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И СТРОИТЕЛЬСТВА ИМЕНИ А.Н. КОСТЯКОВА

УДК 621.222.214

ОБОСНОВАНИЕ ЗНАЧЕНИЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ НАПОРНЫХ КОММУНИКАЦИЙ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

Али Мунзер Сулейман, доцент кафедры сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева

Бегляров Давид Суренович, профессор кафедры сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций. ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева

Шичкина Олеся Юрьевна, студентка 2 курса магистратуры института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова. ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева

Аннотация. В настоящее время одной из актуальных проблем является определение по каждой возможной схеме коммуникаций насосных станций с различными фасонными частями суммарных коэффициентов потерь при различном числе и сочетании одновременно работающих насосов. В связи с этим представляется важным правильное обоснование значений коэффициентов сопротивления и их влияния на отдельные параметры насосного оборудования.

Ключевые слова: насосные станции, напорные коммуникации, напор, гидравлические сопротивления, коэффициенты местных сопротивлений.

Напорные коммуникации подводят воду от насосов к напорным трубопроводам и в большинстве случаев обеспечивают отключение их друг от друга. Они включают в себя напорные линии насосов и соединительные трубопроводы [1]. Число напорных трубопроводов может быть равно и меньше числа насосов. Коммуникации насосных станций часто обладают большими гидравлическими сопротивлениями. На преодоление этих сопротивлений теряется значительная часть напора, создаваемого насосами, и, следовательно, затрачивается большое количество энергии.

Потери напора на преодоление местного сопротивления в коммуникациях насосных станций выражаются в долях скоростного напора в напорном патрубке одного из насосов при условии равной подачи работающих насосов из числа установленных на станции, т.е. в виде коэффициентов потерь напора.

В инженерных расчетах в большинстве случаев используется принцип наложения потерь, допускающий определение суммарного воздействия двух или нескольких причин вызывающих потери сложением их независимого

проявления. Применительно к гидравлическим расчетам этот принцип позволяет вычислить потери напора в системе как сумму потерь на трение по отдельным участкам и местных потерь напора [2].

$$H_{\text{общ}} = \sum_{j=1}^k \lambda_j \frac{l_j \cdot v_j^2}{d_j \cdot 2g} + \sum_{i=1}^n \zeta_i \frac{v_i^2}{2g} \quad (1)$$

где, λ_j, ζ_i - коэффициенты гидравлического сопротивления;

l_j - длина трубы, м;

v_j, v_i - средняя по сечению скорость, м/с;

d_j - диаметр, м; g - ускорение свободного падения, м/с².

В данной формуле величина безразмерных коэффициентов сопротивления λ и ζ зависят лишь от числа Re, а в области квадратичного сопротивления-эти значения постоянны.

Однако такой путь определения потерь приближенный и пригоден, лишь до тех пор пока условия в которых находятся элементы рассчитываемой системы, аналогичны тем при которых были определены безразмерные коэффициенты их сопротивления. В противном случае значения этих коэффициентов будут отличаться от приводимых в справочной литературе [3], и на их величину в большей степени будут оказывать влияние условия, в которых находится рассчитываемый элемент, т.е. в этом случае имеет место взаимное влияние сопротивлений.

Учет взаимного влияния позволит повысить точность гидравлического расчета этих систем, особенно в случае «коротких трубопроводов», в некоторых случаях снизить суммарные потери напора в них, улучшить эксплуатационные характеристики проектируемых систем и трубопроводов и, следовательно, повысить показатели их надежности [4].

Участок с нестабилизированным потоком сам по себе является источником дополнительных потерь. Нестабилизированное течение возникает главным образом на начальных участках трубопроводов и участках, непосредственно следующих за местными сопротивлениями. В обоих случаях дополнительные затраты энергии связаны с формированием нормального для данного числа Re и относительной шероховатости трубопровода профиля осевых скоростей.

Коэффициенты потерь напора на преодоление местных сопротивлений ζ , получены для большинства местных сопротивлений экспериментальным путем. Методики этих экспериментов предусматривали наличие длинного прямого участка перед исследуемой фасонной частью или элементом трубопроводной арматуры. Этот участок, называемый входным необходим для выравнивания потока и получения на входе в местное сопротивление установившегося профиля скоростей, характерного для заданного режима движения потока.

Увеличение длины входного участка приводит к увеличению сопротивления отвода. Максимум сопротивления будет при длине входного участка равной длине начального участка ($l_{\text{вх}}=15d$) [5].

На рисунке 1 приведены значения для изолированных фасонных частей при различных соотношениях R/d.

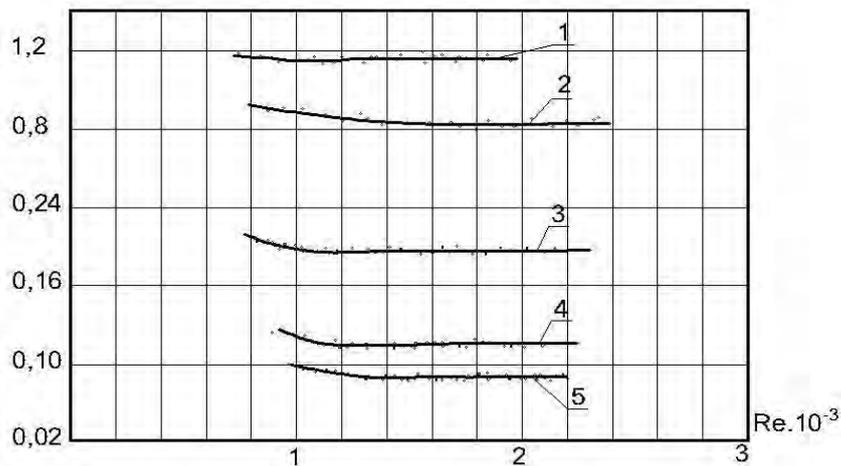


Рисунок 1- Зависимость $\zeta=f(Re)$ для изолированных фасонных частей $d=120$ мм; 1- колено 90° , 2- диффузор 14° , 3- отвод $90^\circ R/d=1.5$, 5- отвод $30^\circ R/d=1,5$

Рассмотренные на основе теоретического обобщения существующих методик подсчета потерь напора в системах водоподачи при различном числе и сочетании одновременно работающих насосов методом суммирования может дать правильные результаты лишь в том случае, когда сопротивления расположены на расстояниях превышающих длину влияния.

Экономическая эффективность от результатов работы достигается за счет снижения стоимости строительства напорных систем, входящих в комплекс сооружений водного хозяйства, связанного с уменьшением прочностей показателей труб и арматуры при применении обоснованных значений коэффициентов сопротивления и их влияния на отдельные параметры насосного оборудования.

Библиографический список

1. Али М.С., Бегляров Д.С., Чебаевский В.Ф. Насосы и насосные станции: учебник / М.С. Али, Д.С. Бегляров, В.Ф. Чебаевский. - М: Издательство РГАУ-МСХА, 2015.-С.329.
2. Викулин, П.Д. Гидравлика систем водоснабжения и водоотведения: учебник / П.Д. Викулин, В.Б. Вакулина. 3-е изд.- М.: Издательство МИСИ-МГСУ, 2017.-218с.
3. Справочник по гидравлическим расчетам/ П.Г.Киселев и др. - М: ЭКОЛИТ, 2011.-С. 312.
4. Али, М.С. Исследования переходных процессов в напорных коммуникациях насосных станций с осевыми насосами при пуске агрегатов/ М.С. Али, Д.С. Бегляров// Природообустройство. 2015. № 3. С. 74.
5. Али, М.С. анализ нестационарных процессов при нештатных режимах работы насосных станций / Д.С. Бегляров, Б.Т. Бекишев, Д.М. Греков // Вестник РГАУ-МСХА. № 2. - 2016. - С. 35-39.