

СНИЖЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ТРЕНИЯ В ТРУБОПРОВОДАХ

Повх А.В.

*Повх Алексей Владимирович – студент,
кафедра энергоэффективности газо- и теплоснабжения, климатотехники и водоснабжения,
Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А., г. Саратов*

Аннотация: в статье анализируется снижение гидравлического трения в трубопроводах.

Ключевые слова: гидравлика, трубопровод, трения.

Современные решения проблемы снижения гидравлического трения связаны, в первую очередь, со снижением шероховатости внутренних поверхностей труб. Также эта проблема решается при помощи разнообразных синтетических и полимерных добавок, вводимых в транспортируемую жидкость или газ. При помощи воздействия на пограничный слой жидкости или газа переменным электромагнитным полем, а также путем накладывания на стенки трубопровода или канала импульсных колебаний, направленных по нормали к поверхности соприкосновения потока со стенками трубопровода или канала.

Нетрадиционный подход к проблеме транспортировки воды, основанный на использовании естественного течения воды, предложил еще в середине прошлого века австрийский исследователь Виктор Шаубергер, который разработал и запатентовал спиральную трубу для жидких и газообразных субстанций. В соответствии с проведенными исследованиями конструкций этих труб, которые позволяют сохранять скорость течения благодаря тому, что форма сечения трубы состоит из нескольких полукругов и сама труба закручена в спиральную конфигурацию. Сечение трубы яйцевидное, с изгибом у более узкого конца яйца. Тестирование этих труб в Институте Гигиены при Штутгартском Технологическом университете (Германия) от 1952 года показало, что при расходе воды, равном 310 см³/сек, всасывающая способность спиральной трубы из меди в 4 раза больше, чем у прямой стеклянной трубы, и в 1,85 раза больше, чем у прямой медной. Это связано с увеличением скорости течения воды в спиральной трубе, что обусловлено снижением гидравлических потерь.

Материал и методы исследования

В. Шаубергер разработал конструкцию этих труб в результате многолетних наблюдений за динамикой естественного течения воды. Действительно, если внимательно посмотреть на конфигурацию струи воды, истекающей из водопроводного крана, то становится понятным источник аналогии запатентованных труб Шаубергера. К тому же, как известно, любое тело или вещество, будучи предоставлено само себе, стремится принять наиболее энергетически выгодное состояние и перемещается по наиболее выгодной траектории, обеспечивающей минимальные сопротивления среды. Это значит, что естественное композиционно закрученное (вихревое) течение жидкости энергетически более выгодно, чем прямолинейное. На первый взгляд это противоречит традиционной гидродинамике, да и реальная техническая практика подтверждает, что потери при ламинарном движении существенно меньше, чем при турбулентном режиме, и потому инженеры стараются предотвратить или хотя бы сократить образование турбулентностей.

На самом же деле никаких противоречий здесь нет. Турбулентное движение обусловлено беспорядочно зарождающимися и исчезающими вихрями жидкости, которые хаотично сталкиваются друг с другом, а также с ограничивающими поток стенками и тем самым бесполезно растрачивают кинетическую энергию, превращая её в тепло. Естественное природное течение жидкости, да и газа тоже, представляет собой композитное согласованное сообразно окружающей среде вихревое движение. При свободном течении (падении) жидкости, как в вышеописанных примерах в воздухе, который является менее плотным, она движется по естественной наиболее энергетически выгодной траектории, а именно в виде закрученной сужающейся к низу спирали.

В традиционных трубах круглого сечения жидкость стремится к естественной закрученной сужающейся форме потока. Однако эта форма потока не соответствует форме трубы. В связи с этим, при движении жидкости в круглой трубе в периферийных зонах возникает интенсивная турбулентность, которая приводит к дополнительным гидравлическим потерям.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ современных концепций снижения гидравлического трения в напорных трубопроводах позволил лаборатории инновационных технологий института прикладной физики и математики при КазНПУ им. Абая разработать новую комплексную технологию снижения гидравлических потерь в напорных трубопроводах. Суть технологии заключается в комплексном обеспечении концентрических по диаметру трубопровода и направленных к центру потока импульсных вибраций и/или промежуточного периферийного пристеночного винтового вихревого слоя жидкости и/или бегущей стоячей волны вдоль направления потока. При этом создаются, по крайней мере, три винтовых потока жидкости в виде вихревых шнуров, бегущая стоячая волна обеспечивается за счет создания встречных

импульсов вибраций с разной частотой, а параметры концентрических вибраций выбирают в зависимости от свойств жидкости и диаметра трубопровода. Приоритет на данное техническое решение установлен.

Положительный эффект изобретения достигается за счет того, что импульсные вибрации в потоке жидкости в трубопроводе создаются концентрически по его диаметру и направлены к центру потока. При этом обеспечивается интерференционная фокусировка волн в центре потока. Это приводит при оптимальных условиях к возрастанию амплитуды и частоты кольцевых концентрических волн в центре потока жидкости. Принцип действия концентрических волн аналогичен механизму работы плетки, которая изготавливается таким образом, что у рукоятки плетка имеет наибольший диаметр, сужающийся к концу плетки. Когда на рукоятке создается небольшой импульс, то волна на конце плетки за счет постепенного уменьшения диаметра будет большей амплитуды и частоты. Этим свойством пользуются пастухи, закрепив на конце плетки гайку. Маленьким импульсом рукоятки достигают существенного удара гайкой. Если концы множества одинаковых плеток связать между собой, а рукоятки растянуть по диаметру, то получится механическая аналогия предлагаемого технологического приема. Если произвести одинаковое и одновременное импульсной воздействию на все рукоятки этого множества плеток, то это приведет к интерферированному всплеску их связанных концов.

Волна возбуждения без учета сопротивления среды и степени затухания колебаний будет связана с фокусированной волной в общем виде через объем активной массы или через площади:

$$A_0 S_0 = A_1 S_1,$$
$$A_1 = A_0 \frac{S_0}{S_1}$$

где A_0 , A_1 – амплитуды, соответственно возбуждения и фокусированной волны;
 S_0 , S_1 – площадь возбудителя и площадь, где была зафиксирована фокусированная волна с амплитудой A_1 .

Из соотношения в первом приближении можно определить амплитуду фокусированной волны

Из выражения видно, что если, например, у плетки диаметр у рукоятки будет равен 20 мм, а на конце плетки диаметр будет равен 5 мм, то амплитуда конца плетки будет в 4 раза больше амплитуды возбудителя.

То же самое будет происходить с жидкостью, если обеспечить по диаметру трубы концентрические волны, направленные к центру потока. Поскольку жидкость имеет направленный градиент скорости, то центральный поток жидкости будет получать импульсы ускорений. Периодическое создание таких импульсов ускорений приведет в итоге к возрастанию скорости потока, снижению хаотических турбулентных потоков и, как следствие, к снижению гидравлических сопротивлений и увеличению пропускной способности трубопровода.

Операция периодического создания винтовых потоков жидкости в области её контакта со стенками трубопровода позволяет создавать промежуточный обкатывающий стенки трубы поток жидкости, которая будет служить естественным жидким «подшипников качения» между стенками трубопровода и центральным потоком жидкости. Это приведет к снижению турбулентности и соответственно к уменьшению гидравлических потерь. Кроме того, вращающиеся по винтовым линиям периферийные потоки жидкости будут закручивать, и разгонять внутренний поток жидкости за счет тангенциальных силовых импульсов, придавая ему вихревое ламинарное движение, при котором снижается турбулентность и, соответственно, гидравлические потери минимизируются.

Физическая сущность третьего признака изобретения сводится к следующему. Если навстречу друг другу в материальной среде от двух источников вибрации, которые создают колебания, например по синусоидальному закону на одинаковой частоте, то в среде возникнут стоячие волны. Если частоту колебаний одного из источников изменить, то стоячие волны превратятся в бегущие. Они будут перемещаться от одного источника к другому. Среда же начнет перемещаться в обратном направлении. Таким образом, если вдоль трубопровода обеспечить стоячую бегущую волну, то вода в трубопроводе будет перемещаться сообразно параметрам этой волны. Природой этот принцип реализован в системе кровообращения и желудочно-кишечного тракта. Стоячая волна в системе кровообращения человека проявляется в виде пульса и обеспечивает совместно с сердцем движение крови по сосудам артериальной и венозной систем [6].

Теоретическое обоснование описанных выше технологических приемов снижения гидравлического трения достаточно объемны и заслуживают отдельного рассмотрения и выходят за рамки данной статьи.

В настоящее время проводится комплекс работ направленных на экспериментальные исследования, оптимизации технологических параметров, а также разработку конструкторской документации и технологической подготовки производства напорных трубопроводов реализующих новую технологию применительно для гидроэнергетических станций.

Вывод.

Практическое использование отмеченных физических приемов, как по отдельности, так и в совокупности в зависимости от технологической и экономической целесообразности позволит значительно снизить гидравлические потери жидкости в напорных трубопроводах. Это позволит сократить затраты энергии на транспортировку разнообразных жидкостей (вода, нефть и другие), а также повысить эффективность преобразования энергии воды в гидроэнергетических установках за счет снижения гидравлических потерь и повышения энергии потока в напорных трубопроводах.

Список литературы

1. *Болотов Б.В. и др.* Основы строения вещества с позиции авторов. К.: Универсарium, 2009. 656 с.
2. *Высоцкий Л.И., Высоцкий И.С.* Способ уменьшения отрицательной турбулентной вязкости. Патент РФ № 242445 . Оpubл.: 20.07.2011.
3. *Колосов Б.В.* Способ снижения гидродинамического трения. Патент РФ № 2133891. Оpubл.: 27.07.1999.
4. *Рыженков В.А. и др.* Способ уменьшения гидравлического сопротивления трубопроводных сетей для транспортировки жидких сред. Патент РФ № 2318140. Оpubл.: 27.02.2008.
5. *Шаубергер В.* Труба для жидких и газообразных субстанций. Австрийский патент № 196680. Оpubл. 25 марта 1958 года.
6. *Шаубергер В.* Энергия воды. М.: «Яуза», «Эксмо». 2008. 320 с.