

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 24471

(13) С1

(45) 2024.12.20

(51) МПК

F 16L 43/00 (2006.01)

F 15D 1/02 (2006.01)

## (54) КОЛЕНО ТРУБОПРОВОДА ДЛЯ ПОДАЧИ АБРАЗИВНОЙ ПУЛЬПЫ

(21) Номер заявки: а 20230110

(22) 2023.05.05

(43) 2024.12.05

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Качанов Игорь Владимирович; Шаталов Игорь Михайлович; Кособуцкий Александр Антонович; Хвитько Кристина Валерьевна; Щербакова Мария Константиновна (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) ШКУНДИН Б.М. Землесосные снаряды. Учебное пособие для вузов. Москва: Энергия, 1973, с. 217.

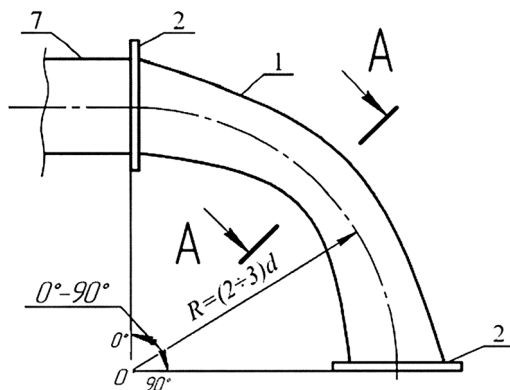
КАЧАНОВ И.В. и др. Компьютерные и экспериментальные исследования по снижению потерь напора на поворотном участке трубопровода. Инновационные технологии, автоматизация и мехатроника в машино- и приборостроении, материалы VIII Международной научно-практической конференции. Минск: БНТУ, 2020, с. 70-71. CN 207796372 U, 2018.

RU 80915 U1, 2009.

SU 1474369 A1, 1989.

(57)

Колено трубопровода для подачи абразивной пульпы, представляющее собой корпус с углом изогнутости  $90^\circ$ , заканчивающийся с двух сторон соединительными фланцами, отличающееся тем, что поперечное сечение корпуса при его постоянной площади изменяет свою форму от кругов на концах колена до овала на участке изогнутости, при этом направление малой оси овала поперечного сечения в данной точке совпадает с направлением радиуса изогнутости корпуса в этой точке, а соотношение величин малой и большой осей овала при угле изогнутости  $45^\circ$  составляет 1:(2-4).



Фиг. 1

ВУ 24471 С1 2024.12.20

Изобретение относится к трубопроводному транспорту, в частности касается колен трубопроводов для подачи абразивной пульпы при эксплуатации грунтовых насосов землесосных снарядов.

Колена трубопроводов для подачи абразивной пульпы работают в условиях повышенного износа, т. к. неравномерное распределение в пульпе абразивных частиц приводит к неравномерному износу внутренней поверхности поворотного участка колена.

Известно поворотное колено трубопровода с плитой [1]. Колено представляет собой стальной литой патрубок, оканчивающийся с одной стороны фланцем, а с другой - прямым участком. Фланцем колено соединяется с верхним шарнирным соединением сосуна, а прямой участок образует цапфу, вращающуюся в приливе плиты. Для уменьшения трения между приливом плиты и цапфой колена установлены бронзовые втулки, соединяющие плиту с коленом.

Недостатком поворотного колена трубопровода является повышенный абразивный износ вогнутой части колена.

Известно колено пульпопровода для абразивных грунтов [2] (прототип), содержащее корпус с углом изогнутости  $90^\circ$ , заканчивающийся с двух сторон соединительными фланцами, с радиусом закругления, равным  $2,75 \div 3,0$  диаметра поперечного сечения пульпопровода.

В корпусе колена пульпопровода, имеющего поперечное сечение в виде круга, под действием центробежных сил, возникающих в месте изгиба корпуса, формируются в потоке пульпы два сплюснутых парных вихря, имеющих общую поверхность соприкосновения. При этом из-за повышенного гидравлического сопротивления колена происходит существенное повышение энергозатрат при перекачке пульпы, сопровождаемое повышенным износом последнего.

Недостатками прототипа являются значительные радиусы закругления колена ( $2,7 \div 3,0$  диаметра поперечного сечения пульпопровода), связанные с повышенным абразивным износом внутренней поверхности поворотного участка колена. В связи с этим поворотные участки колена защищают электронаплавкой высокотвердыми электродами, а в литых коленах увеличивают толщину стенки, что приводит к дополнительным расходам.

Задача, решаемая изобретением, заключается в снижении абразивного износа внутренней поверхности изогнутого участка колена и, как следствие, снижении гидравлического сопротивления этого участка.

Поставленную задачу решает колено трубопровода для подачи абразивной пульпы, представляющее собой корпус с углом изогнутости  $90^\circ$ , заканчивающийся с двух сторон соединительными фланцами, поперечное сечение корпуса при его постоянной площади изменяет свою форму от кругов на концах колена до овала на участке изогнутости, при этом направление малой оси овала поперечного сечения в данной точке совпадает с направлением радиуса изогнутости корпуса в этой точке, а соотношение величин малой и большей осей овала при угле изогнутости  $45^\circ$  составляет  $1:(2 \div 4)$ .

Сущность изобретения поясняется графическими материалами, где изображено: фиг. 1 - профильный вид колена трубопровода; фиг. 2 - вид сверху; фиг. 3 - вид сбоку; фиг. 4 - вид поперечного сечения; фиг. 5 - схема взаимодействия парных вихрей в потоке пульпы, возникающих в поперечном сечении овальной части корпуса колена трубопровода.

Колено трубопровода для подачи абразивной пульпы содержит корпус 1 с углом изогнутости  $90^\circ$ , заканчивающийся соединительными фланцами 2, предназначенными для соединения корпуса 1 колена с прямолинейными участками трубопровода 3. Площадь поперечного сечения корпуса 1, оставаясь постоянной, изменяет свою форму от круга (в местах соединения с трубопроводом) до овала, при этом меньшая ось овала совпадает с направлением радиуса изогнутости корпуса 1, а соотношение величин малой оси овала к большей составляет  $1:(2 \div 4)$  при угле изогнутости  $45^\circ$ .

В корпусе 1 колена трубопровода (фиг. 5) с поперечным сечением в виде овала 4 с соотношением осей  $1:(2\div 4)$  под действием инерционных центробежных сил возникают два "парных вихря" 5, которые имеют не поверхность соприкосновения, как в прототипе, а линию 6 (или в сечении точку) контакта цилиндрических вихрей, что, в свою очередь, в 1,5-2 раза снижает гидравлическое сопротивление корпуса 1 и, соответственно, в 1,5 раза и более уменьшает затраты энергии на перекачку пульпы, а также на 20-50 % снижает износ внутренней поверхности корпуса 1 колена трубопровода.

При подаче абразивной пульпы в корпусе 1 колена происходит следующее.

При включении грунтового насоса абразивная пульпа попадает через трубопровод 7 в корпус 1 (фиг. 1). Движение пульпы на участке изогнутости корпуса 1 сопровождается появлением центробежных сил, приводящих к тому, что от центра кривизны  $O$  по направлению радиуса кривизны  $R$  давление увеличивается, а скорость соответственно падает, и наоборот, по направлению к центру кривизны  $O$  скорость возрастает, а давление падает. Поэтому в коленах при переходе жидкости от прямолинейного участка в изогнутый (поворотный) скорость в потоке пульпы вблизи выпуклой стенки повышается, а давление падает. Вблизи вогнутой стенки колена происходит обратное явление: скорость падает, а давление растет. Переход потока пульпы из изогнутой части, т. е. колена, в прямолинейный участок сопровождается противоположными эффектами.

Вихревая зона, возникающая вследствие отрыва потока от вогнутой стенки, незначительна, так как она заполняет только внешний угол поворота, не стесняя сечение основного потока. В свою очередь, отрыв от выпуклой стенки приводит к интенсивному вихреобразованию, зона которого распространяется далеко за изгибом пульпопровода, значительно уменьшая при этом сечение основного потока.

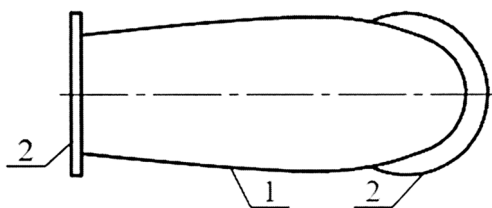
Помимо вихревых областей у выпуклой и вогнутой радиусных поверхностей, в коленах пульпопровода возникает эффект формирования "парного вихря" 5 (фиг. 5). Появление "парного вихря" обусловлено действием центробежных сил. Вследствие того что центробежные силы, возникающие на повороте, пропорциональны квадрату скорости, а последняя за счет сил гидравлического трения в осевой зоне пульпопровода значительно больше, чем у его боковых поверхностей, сила, которая действует в осевой зоне пульпопровода, будет больше тех сил, которые возникают у вогнутых и выпуклых поверхностей. Под действием разности этих сил возникает момент центробежных сил относительно оси поперечного сечения колена, приводящий поток пульпы во вращение относительно вогнутой и выпуклой поверхности навстречу друг к другу, т. е. к появлению "парного вихря" 5. В коленах вторичные токи, создаваемые "парным вихрем" 5, налагаются на основной поток пульпы, и в результате этот поток приобретает достаточно сложную винтообразную форму, которая распространяется на прямой участок пульпопровода за изгибом и исчезает весьма медленно на большой длине. Закручивание потока пульпы заканчивается в связи с прекращением действия центробежной силы на выходе из колена на длине 10-15 диаметров пульпопровода.

Таким образом, винтообразная форма потока пульпы приводит к значительному (1,5-2 раза) увеличению гидравлического сопротивления колена пульпопровода и затрат энергии на перекачку пульпы, что сопровождается повышенным износом вогнутой поверхности колена. Снижение износа стенок и вышеуказанных затрат энергии предлагается осуществлять путем использования овальных поперечных сечений в коленах пульпопроводов (фиг. 5).

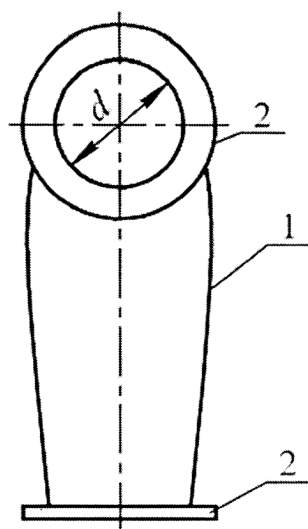
Овальное сечение корпуса колена трубопровода позволяет увеличить площадь контакта пульпы, которая прижимается центробежными силами к внутренней поверхности корпуса колена и за счет этого снизить износ на 30-50 %, а также уменьшить радиус кривизны колена в 1,5-2 раза.

Источники информации:

1. БОРОДУЛИН Я.Ф. и др. Дноуглубительный флот и дноуглубительные работы Текст. Учебник для дноуглубит. спец. морех. уч. Москва: Транспорт, 1973, 432 с.
2. ШКУНДИН Б.М. Землесосные снаряды. Учебное пособие для вузов. Изд. 2-е, перераб. Москва: Энергия, 1973, 217 с.

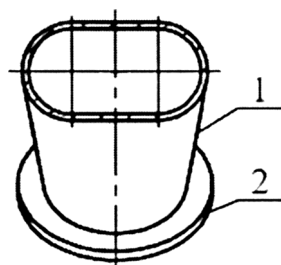


Фиг. 2

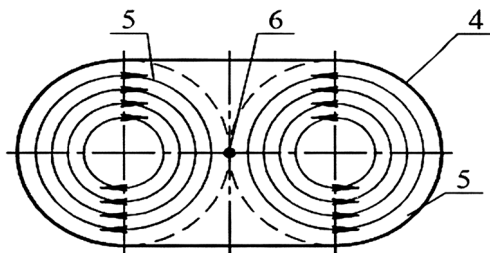


Фиг. 3

A-A



Фиг. 4



Фиг. 5