



УКРАЇНА

(19) UA (11) 9666 (13) C2

(51) 6 B08B9/04, E03F9/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ОЧИСТКИ ВНУТРІШНЬОЇ ПОВЕРХНІ ТРУБОПРОВОДУ

(21) 94042582

(22) 13 04 1994

(24) 16 10 2000

(33) UA

(46) 15 08 2000, Бюл. № 3, 2000 р.

(72) Солонський Ігор Миколайович, Юровицький Ілля Львович

(73) Солонський Ігор Миколайович, UA, Юровицький Ілля Львович, UA

(56) Рекламний проспект на очистку трубопроводов методом пневмовзрыва АО «Пневмовзрыв»

(57) Способ очистки внутренней поверхности трубопровода, включающий заполнение трубопровода водой, генерирование пневмовзрывов пневмо-

патроном, расположенным в воде, заполняющей трубопровод, и удаление разрушенных загрязняющих отложений потоком воды, отличающийся тем, что заполнение трубопровода водой выполняют до уровня, составляющего 0,3-0,8 от высоты проходного сечения трубопровода, а наружный диаметр соплового устройства пневмопатрона выбирают из соотношения

$$\frac{d}{h} \leq 0,7 \div 0,8$$

где d - наружный диаметр соплового устройства пневмопатрона, h - уровень воды в трубопроводе

Изобретение относится к технологии очистки трубопроводов от загрязняющих отложений, образующихся на внутренней поверхности трубопроводов в процессе их эксплуатации, и может быть использовано в коммунальном хозяйстве, в энергетике, в различных отраслях промышленности, в сельском хозяйстве для восстановления пропускной способности загрязненных трубопроводов различных технических сооружений.

В практике эксплуатации трубопроводных сетей известно множество технологических приемов и способов очистки внутренних поверхностей трубопроводов, которые отличаются друг от друга характером воздействия на загрязнения, применяемыми техническими средствами, режимами выполнения операций и т.п.

В последние годы широкое применение на практике находит способ очистки трубопроводов методом пневмовзрыва, который выбран в качестве прототипа. Указанный способ включает заполнение трубопровода жидкостью, как правило, водой, размещение в заполненном водой трубопроводе пневмопатрона, генерирование пневмовзрывов в водной среде в полости трубопровода при помощи указанного пневмопатрона, удаление разрушенных пневмовзрывами загрязняющих отложений за пределы трубопровода потоком воды, создаваемым вдоль трубопровода. Пневмопатрон представляет собой устройство, которое подключают к источнику сжатого воздуха, принцип работы которого обеспечивает периодические выхлопы сжатого воздуха в окружающее пространство.

Периодические выхлопы сжатого воздуха осуществляются через сопловое устройство пневмопатрона и по своему характеру аналогичны взрывным процессам, локализованным в месте выхлопа сжатого воздуха. В литературе и на практике указанные выхлопы сжатого воздуха называют пневмовзрывами. В дальнейшем в описании изобретения под понятием пневмовзрыв будет подразумеваться резкий кратковременный выхлоп сжатого воздуха в окружающую пневмопатрон среду, который характеризуется быстрым нарастанием и последующим быстрым спадом давления в месте локализации выхлопа. Описанный способ известен по практике очистных работ, выполняемых АО "Пневмовзрыв", г. Донецк (см. рекламный проспект на очистку трубопроводов методом пневмовзрыва АО "Пневмовзрыв") [1].

Общими с заявляемым решением признаками прототипа являются заполнение трубопровода водой, генерирование пневмовзрывов пневмопатроном, расположенным в воде, заполняющей трубопровод, удаление разрушенных загрязняющих отложений потоком воды.

При подводном взрыве в ударной волне концентрируется не более половины энергии взрыва. Большая часть остаточной энергии при взрывах на небольших глубинах, что характерно для пневмовзрыва в условиях очистки трубопровода, расходуется на выброс частиц воды ударной волной при выходе ее на свободную поверхность, а также на образование фонтанов брызг и струй при прорыве газов газовой пузыря за пределы водной

среды через свободную поверхность. Те кинетическая энергия возмущенной воды на свободной поверхности соизмерима с энергией ударной волны и может быть эффективно использована для разрушения загрязняющих трубопровод отложений, преимущественно рыхлых, илистых, осадочного характера, шламов и т.п., т.е. отложений, которые практически не поддаются разрушению при воздействии на них исключительно ударной волной, что наблюдается при полностью заполненном трубопроводе. Разрушение отложений в данном случае происходит за счет гидродинамического воздействия струй и брызг воды на разрушаемые отложения, т.е. по принципу разрушения высоконапорными гидравлическими струями.

Таким образом, по результатам приведенного анализа физических процессов, происходящих при подводном взрыве, а также из практики очистки трубопроводов методом пневмовзрыва возникает задача создания в очищаемом объеме трубопровода условий, при которых воздействие ударной волны оптимально сочеталось бы с воздействием на отложения других видов возмущений, включая воздействие "запаздывающего" потока и процессов на свободной поверхности водной среды с целью наиболее эффективного разрушения загрязняющих отложений при минимальных энергозатратах.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования способа очистки внутренней поверхности трубопровода пневмовзрывом, в котором за счет выбора условий заполнения очищаемого трубопровода водой и соотношения между размерами соплового устройства применяемого пневмопатрона и уровнем воды в трубопроводе обеспечивалось бы оптимальное сочетание разрушающего воздействия на отложения различных видов возмущений водной среды, возникающих в результате пневмовзрывов, и за счет этого обеспечивалось бы повышение производительности работ по очистке трубопроводов с минимальными энергозатратами.

Поставленная задача решается тем, что в способе очистки внутренней поверхности трубопровода, включающем заполнение полости трубопровода водой, генерирование пневмовзрывов пневмопатрона, расположенного в воде, заполняющей трубопровод, и последующее удаление разрушенных загрязняющих отложений потоком воды, согласно изобретению, заполнение трубопровода водой выполняют до уровня, составляющего 0,3-0,8 от высоты проходного сечения трубопровода, наружный диаметр соплового устройства пневмопатрона выбирают из соотношения:

$$\frac{d}{h} \leq 0,7 + 0,8$$

где d - наружный диаметр соплового устройства пневмопатрона, h - уровень воды в трубопроводе.

Технический результат, достигаемый указанным совокупностью признаков, выражается в обеспечении оптимального сочетания разрушающего воздействия на загрязняющие отложения различных видов возмущений водной среды, возникающих в результате пневмовзрывов, включая воздействие ударной волны, "запаздывающего"

потока, фонтанов струй и брызг при выходе ударной волны на свободную поверхность и при прорыве газов газового пузыря за пределы водной среды. Благодаря указанному техническому результату достигается более эффективное разрушение отложений в трубопроводе и повышается производительность и качество очистки трубопровода.

Указанный технический эффект является следствием обеспечения в полости трубопровода условий, необходимых для достижения технического результата за счет выбора соотношений между проходным сечением трубопровода, уровнем заполнения трубопровода водой и диаметром соплового устройства пневмопатрона, генерирующего пневмовзрывы в водной среде, т.е. признаки изобретения, составляющие его сущность, находятся в причинно-следственной связи с достигаемым техническим результатом.

Для подтверждения сущности изобретения и технического результата проведены экспериментальные исследования зависимости эффективности очистки от уровня заполнения трубопровода водой и наружного диаметра соплового устройства пневмопатрона. Результаты статистической обработки экспериментов представлены в виде графической зависимости эффективности очистки от уровня заполнения водой и наружного диаметра соплового устройства пневмопатрона.

На прилагаемом к описанию изобретения графике (см. фиг. 1) по горизонтальной оси представлен уровень заполнения трубопровода в процентах от высоты проходного сечения трубопровода. По вертикальной оси - эффективность очистки для различных соотношений наружного диаметра соплового устройства пневмопатрона и уровня заполнения трубопровода водой.

Из графика следует, что существуют три характерные точки (А, Б, В), определяющие особенности анализируемой зависимости. Точка А характеризует эффективность очистки пневмовзрывом при отсутствии в трубопроводе водной среды. Разрушение отложений в таком случае происходит от воздействия воздушной ударной волны и вторичных потоков воздуха. Эффективность очистки низкая, на практике такой режим очистки применяется крайне редко. Точка Б характеризует эффективность очистки при полностью заполненной водой трубопроводе. В этом случае разрушение отложений происходит преимущественно от воздействия на отложения гидравлической ударной волны и, частично, в результате воздействия "запаздывающего" потока воды. Этот режим широко применяется в практике очистки трубопроводов методом пневмовзрыва. Точка В характеризует максимальную эффективность очистки при частично заполненном водой трубопроводе, когда в полости трубопровода возникают наиболее благоприятные условия для оптимального сочетания разрушающего воздействия на отложения различных видов возмущений водной среды, включая ударную волну, «запаздывающий» поток и явления, связанные с выходом ударной волны на свободную поверхность и с прорывом газов газового пузыря за пределы водной среды.

Характер показанной на графике зависимости свидетельствует о наличии оптимального уровня

заполнения трубопровода водой с точки зрения эффективности очистки трубопровода. Эксперименты свидетельствуют, что существенное повышение эффективности очистки происходит при условии, когда уровень воды в трубопроводе составляет 30-80% от высоты проходного сечения трубопровода. Кроме того, графические зависимости эффективности очистки от наружного диаметра соплового устройства пневмопатрона, генерирующего пневмовзрывы (кривая 1 для

$\frac{d}{h} = 0,8$, кривая 2 для $\frac{d}{h} = 0,7$, кривая 3 для

$\frac{d}{h} = 0,3$, кривая 4 для $\frac{d}{h} = 0,9$, кривая 5 для

$\frac{d}{h} = 1,0$, кривая 6 для $\frac{d}{h} = 1,1$), показывают, что

если наружный диаметр соплового устройства составляет более 0,7-0,8 уровня заполнения трубопровода водой, эффективность очистки существенно снижается. Эта закономерность объясняется перемещением выхлопных отверстий соплового устройства при увеличении его диаметра к поверхности воды и выхода их за пределы уровня воды, что существенно уменьшает возмущающее воздействие пневмовзрыва на водную среду и, как следствие, снижение эффективности очистки трубопровода.

Таким образом, экспериментальные данные свидетельствуют, что значительный рост эффективности очистки трубопровода имеет место при уровне заполнения трубопровода водой, составляющем 30-80% от высоты проходного сечения трубопровода при условии, что наружный диаметр соплового устройства пневмопатрона не превышает 70-80% установленного уровня заполнения трубопровода водой. Указанные соотношения нашли отражение в сущности заявляемого изобретения.

Для более полного понимания изобретения к описанию прилагаются графические материалы на которых показано:

фиг. 1 - зависимость эффективности очистки от уровня заполнения трубопровода водой и от наружного диаметра соплового устройства пневмопатрона,

фиг. 2 - схема реализации заявляемого способа,

фиг. 3 - сечение А-А на фиг. 2.

Очистка трубопровода в соответствии с заявляемым способом выполняется следующим образом

Определяют среднюю высоту проходного сечения (Н) трубопровода 1 с учетом загрязняющих отложений 2. Заполняют трубопровод 1 водой, обеспечивают уровень заполнения трубопровода 1 (h) в пределах 0,3-0,8 высоты проходного сечения (Н) трубопровода 1. Размещают пневмопатрон 3 в начальном участке трубопровода 1. Диаметр соплового устройства 4 (d) пневмопатрона 3

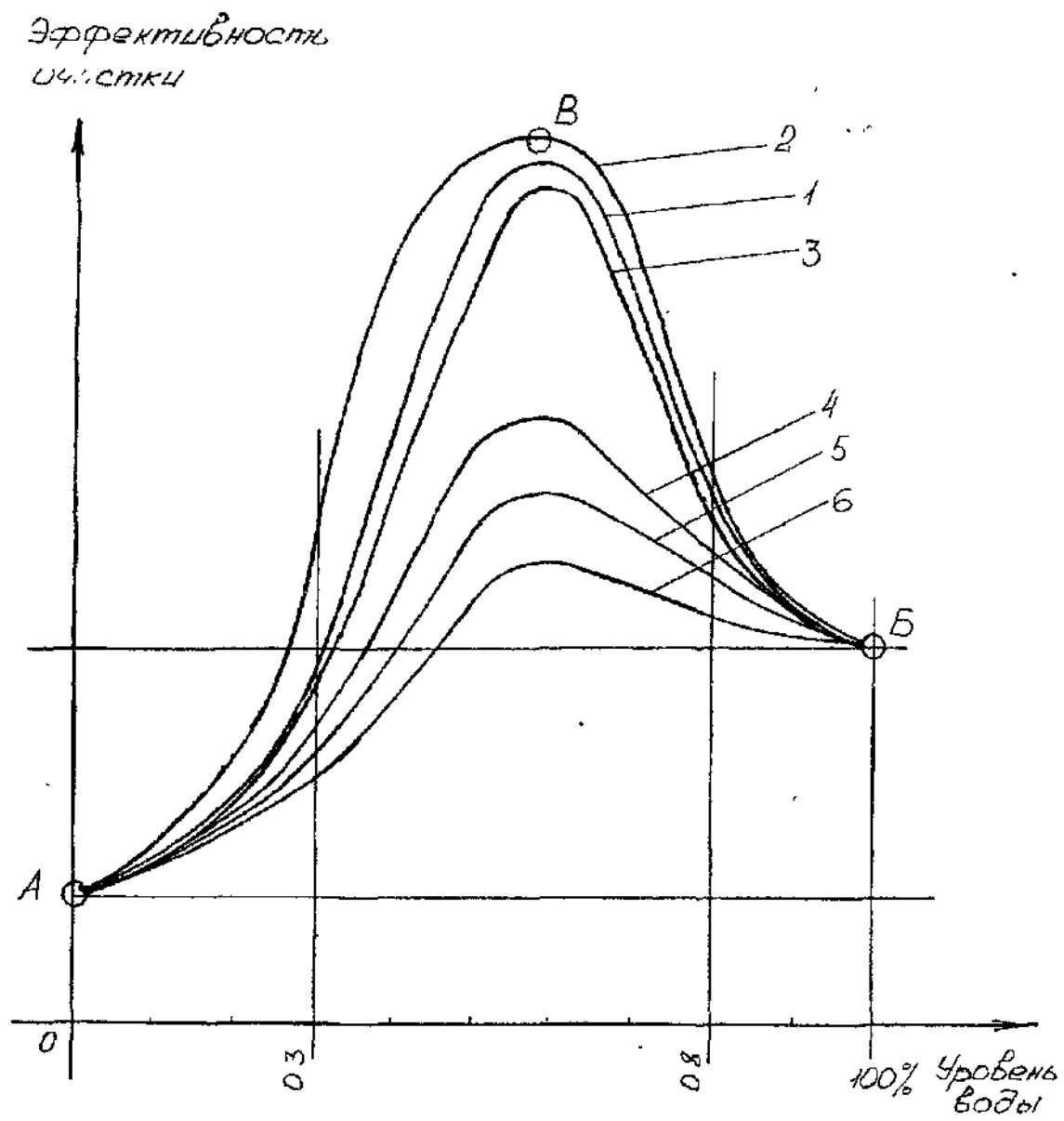
выбирают не более 0,7-0,8 уровня воды (h) в трубопроводе 1. Соединяют пневмопатрон 3 с источником сжатого воздуха (не показан). Подают сжатый воздух к пневмопатрону 3 и тем самым обеспечивают генерацию пневмовзрывов в водной среде в трубопроводе 1 при помощи пневмопатрона 3. Пневмовзрывы вызывают в водной среде описанные выше возмущения (ударная волна сжатия, "запаздывающий" поток, явления на свободной поверхности), которые воздействуют на загрязняющие отложения 2 и разрушают их. Разрушенные загрязняющие отложения удаляют за пределы трубопровода 1, периодически создавая поток воды вдоль трубопровода 1, или процесс очистки проводят при постоянном потоке воды при условии поддержания заданного уровня воды в трубопроводе 1. По мере очистки участков трубопровода 1 пневмопатрон 3 перемещают вдоль трубопровода 1 с помощью соединенного с пневмопатроном 3 троса тянущего устройства (не показано), при соответствующем выполнении пневмопатрона 3 возможно его перемещение вдоль трубопровода 1 реактивной силой, создаваемой сопловым устройством 4 пневмопатрона 3.

Конкретный пример реализации заявляемого способа очистки трубопровода (шламопровода) диаметром 900мм длиной 250м от конвертерного цеха до цеха утилизации железосодержащих стоков на Мариупольском металлургическом комбинате "Азовсталь" выполнялся по заявляемому способу. Проходное сечение трубопровода с учетом загрязняющих отложений в среднем составляло 500-700 мм. Характер загрязняющих отложений - твердые и рыхлые образования. Трубопровод заполняли водой до уровня воды 500-300 мм в проходном сечении. Характеристики применяемого пневмопатрона: диаметр соплового устройства - 108мм, объем ресивера - 1,25л; частота генерации пневмовзрывов - 30 выхлопов/мин.

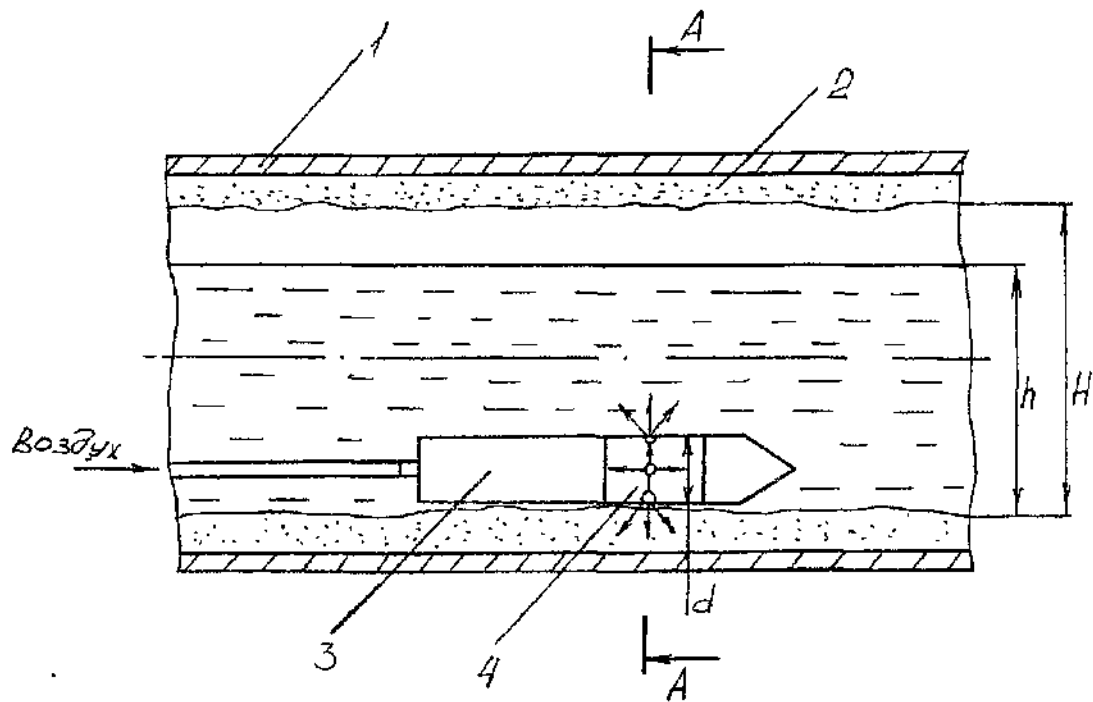
Пневмопатрон помещали и трубопровод, подключали к компрессору СД-9/10 и обеспечивали подачу воздуха при давлении 60-80 МПа и расходе 7-8 м³/мин. Очистку производили при постоянном потоке воды, поддерживая в трубопроводе указанный уровень воды. Перемещение пневмопатрона вдоль трубопровода в процессе его очистки выполняли при помощи тросового тянущего устройства, так и с помощью реактивных составляющих выхлопов. Полная очистка трубопровода выполнена за 12 часов.

Из практики очистки трубопроводных систем очистка аналогичного трубопровода с подобным уровнем и характером загрязняющих отложений при использовании традиционного способа очистки пневмовзрывом при полностью заполненном водой трубопроводе с использованием того же оборудования потребовала бы не менее 30 часов.

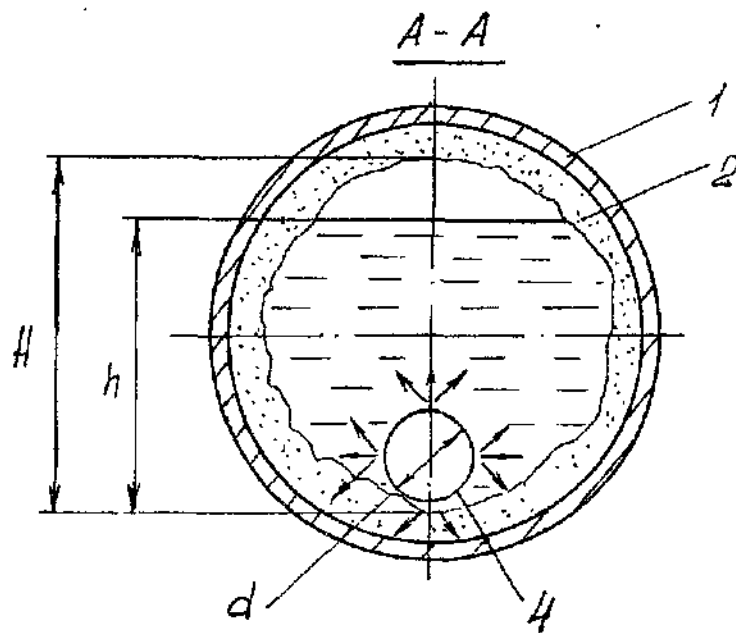
Таким образом, приведенный конкретный пример свидетельствует о более высокой эффективности заявляемого способа очистки трубопровода.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
(044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку 04.05 2001 р. Формат 60х84 1/8
Обсяг 064 обл.-вид арк. Тираж 50 прим. Зам. 608

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180
(044) 268-25-22
