

РАЗДЕЛ 3

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ, ХРАНЕНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГАЗА, НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

УДК 628.17:621.396.9

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ КАМЕРА ЗАПУСКА ОЧИСТНЫХ УСТРОЙСТВ (АКЗОУ), ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ПЕРСОНАЛА

д-р техн. наук, доц. В. К. ТЯН, М. В. БЕЛЬСНЕР

*Самарский государственный технический университет,
Самара, Россия*

Аннотация. Трубопроводы различного назначения стали неременной и весьма влиятельной энергетической инфраструктурой топливно-энергетического комплекса. Поддержание трубопроводного парка в безаварийном работоспособном состоянии заключается в проведении регулярной очистки внутренней полости трубопроводов. В настоящее время в России на каждом нефтепромысловом трубопроводе, оборудованном камерами пуска очистных устройств, пуск каждого очистного устройства осуществляется отдельной операцией и требует участия персонала и техники. Каждая операция пуска очистного устройства относится к числу газоопасных работ и работ повышенной опасности. При проведении очистки внутренней полости трубопроводов существуют высокие риски влияния вредных и опасных производственных факторов для персонала и значительные трудовые затраты на проведение периодических очисток, а также риски возможной остановки трубопроводов из-за критичного роста давления. Особенно высок уровень трудовых затрат на проведение периодических очисток на удаленных от центральных пунктов сбора объектах нефтедобычи, где дислоцированы обслуживающий персонал и диспетчерские службы. Отсутствие возможности загрузки определенного количества ОУ и последующего периодического, дистанционного запуска ОУ без присутствия персонала – основной недостаток существующих вариаций узлов запуска очистных устройств. Как следствие, проведение эффективной и своевременной очистки при избыточном давлении в трубопроводной системе не предоставляется возможным и приводит к снижению эффективности работы трубопроводов, существенному увеличению затрат на прокачку нефтесодержащей жидкости. В настоящей работе вашему вниманию представлены текущие результаты разработки и перспективы внедрения автоматизированной камеры запуска очистных устройств, разработанной российскими специалистами нефтедобывающего предприятия и производственной компанией в сфере производства и сервисного обслуживания нефтепромыслового оборудования для повышения надежности трубопроводов и проведения своевременной ОВПТ без присутствия персонала. Одним из разработчиков оборудования является автор доклада.

Ключевые слова: эксплуатация трубопроводов, безопасность, надежность, автоматизация технологических процессов, камера запуска очистных устройств.

Введение. На данный момент важнейшее направление развития нефтяной промышленности – это автоматизация труда – основа развития современной промышленности, генератор направления технического прогресса.

Цель автоматизации производства заключается в повышении эффективности труда. Применение автоматизированной камеры запуска очистных устройств на объектах трубопроводного парка позволяет не допускать избыточного давления в трубопроводе за счет проведения своевременной и эффективной очистки внутренней полости трубопроводов.

При эксплуатации трубопроводов происходит постепенное уменьшение пропускной способности в связи с накоплением отложений АСПО, с повышением шероховатости стенок труб в результате их внутренней коррозии и накопления продуктов коррозии и механических примесей, а также в связи со скоплением в низких местах трубопроводов воды, а в верхних точках трубопроводов – газовых пробок [1].

С целью поддержания пропускной способности и предупреждения скопления воды и внутренних отложений, а также для подготовки участка нефтепровода к внутритрубной инспекции должна проводиться очистка внутренней полости нефтепровода путем пропуска очистных устройств [2]. Это позволяет повысить надежность и гидравлическую эффективность, а также снизить износ оборудования и поддерживать его функционирование на протяжении достаточно длительного периода времени.

Рассмотрены модернизация системы запуска очистных устройств путем внедрения нового поколения камер запуска очистных устройств – автоматизированных, способных производить запуск очистных устройств без присутствия персонала, а также система замкнутого цикла при осуществлении очистки внутренней полости трубопроводов для снижения эксплуатационных затрат.

Инженеры ежедневно работают над усовершенствованием технологических процессов и автоматизацией производства. За счет внедрения автоматизированной камеры запуска ОУ можно не только повысить надежность трубопроводов, но и снизить количество рисков, связанных с производством газоопасных работ, и повысить уровень безопасности труда.

Основная часть. Основной целью технологической операции по очистке внутренней полости трубопроводов (ОВПТ) является повышение надежности и безопасной эксплуатации трубопроводов.

Количество эксплуатируемых объектов на нефтедобывающих предприятиях, оборудованных камерами запуска очистных устройств (КЗОУ), требующих проведения очисток с высокой периодичностью до 1 раза в сутки, неизменно растет, что в свою очередь связано с вводом новых месторождений с высоким содержанием в добываемой жидкости асфальтено-смолистых и парафиновых отложений (АСПО), а также других факторов, осложняющих транспорт жидкости по трубопроводам.

В настоящее время в России на каждом нефтепромысловом трубопроводе, оборудованном камерами пуска очистных устройств, пуск каждого очистного устройства осуществляется отдельной операцией и требует участия персонала и техники.

Каждая операция пуска очистного устройства относится к числу газоопасных работ и работ повышенной опасности. При проведении очистки внутренней полости трубопроводов существуют высокие риски влияния вредных и опасных производственных факторов на персонал, значительные трудовые затраты на проведение периодических очисток, а также риски возможной остановки трубопроводов из-за критичного роста давления.

В настоящее время отсутствует оборудование, обеспечивающее возможность загрузки одновременно нескольких очистных устройств (ОУ) в целях дальнейшего периодического запуска с помощью дистанционного управления.

Для решения этой задачи российскими специалистами нефтедобывающего предприятия и производственной компанией в сфере производства и сервисного обслуживания нефтепромыслового оборудования разработан первый в России отечественный проект

для нефтепромысловых трубопроводов, о чем свидетельствует патент на изобретение № 2690111 «Автоматизированная камера запуска очистных устройств» [3] (далее АКЗОУ).

Предлагаемое к внедрению изобретение позволяет решить задачи повышения безопасности труда и минимизации рисков при проведении очистки внутренней полости трубопроводов без присутствия персонала, сокращения трудовых затрат на проведение периодических очисток, а также сокращения риска возможной остановки трубопроводов из-за критичного роста давления. Принцип действия автоматизированной камеры запуска ОУ аналогичен принципу действия применяемых в настоящее время камер запуска очистных устройств. Основное отличие – это возможность запуска очистных устройств без присутствия персонала, за счет чего происходит уменьшение числа газоопасных работ. Также при росте давления в трубопроводе предоставляется возможность оперативного запуска очистных устройств.

Изобретение прошло стадии от идеи до производства за несколько лет. В настоящее время идет сборка АКЗОУ на заводе-изготовителе и проводятся предпусковые испытания.

В данной статье предлагаются к рассмотрению промежуточные результаты запатентованной, разработанной и внедряемой на производстве автоматизированной камеры запуска очистных устройств. Основное отличие данной камеры от обычных КЗОУ заключается в автоматизированной расширительной камере запуска очистных устройств, способной без присутствия персонала осуществлять запуск очистного устройства дистанционно оператором пульта управления [3]. При запуске очистного устройства в автоматизированной камере запуска, помимо силы потока жидкости на ОУ, действует сила тяжести, что способствует введению очистного устройства в полость трубопровода.

В ходе проектирования и изготовления камеры были проведены расчеты, позволившие обосновать геометрические параметры элементов АКЗОУ, такие как оптимальный угол наклона камеры, а также учесть параметры потока для обеспечения гарантированного прохождения ОУ через АКЗОУ при переводе в камеру потока транспортируемой жидкости.

Технологическая схема автоматизированной камеры запуска ОУ согласно заявке на патент № 2690111 «Автоматизированная камера запуска очистных устройств» представлена на рисунке.

Принцип действия автоматизированной камеры запуска ОУ аналогичен принципу действия, применяемому в настоящее время при эксплуатации КЗОУ.

Запуск ОУ в автоматизированной камере запуска состоит из следующих этапов:

1. Проверка закрытия ЗКЛ до и после автоматизированной расширительной камеры запуска.

2. Разрядка камеры через сбросной клапан на дренажную емкость.

3. Проверка отсутствия избыточного давления в камере.

4. Открытие концевого затвора на камере.

5. Загрузка ОУ.

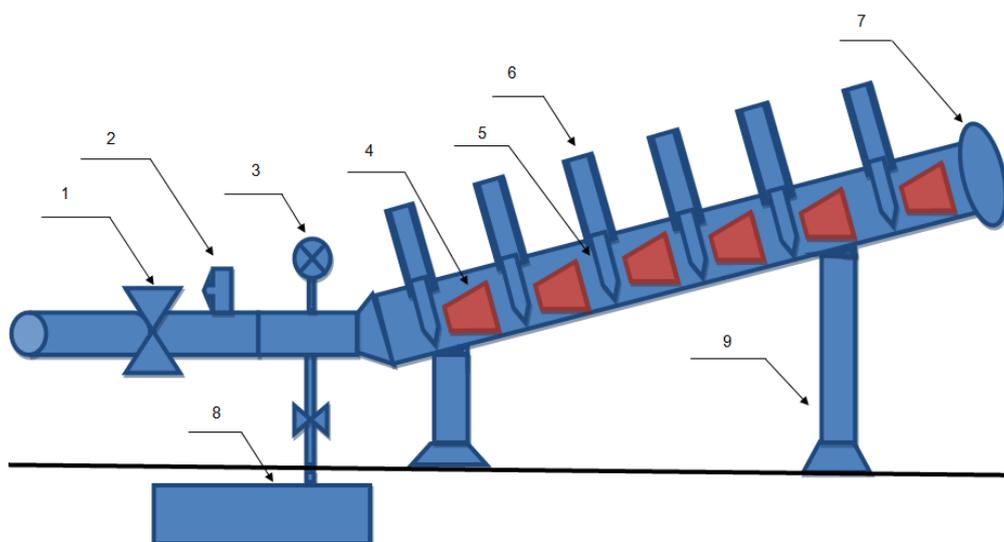
6. Закрытие концевого затвора.

7. Закрытие сбросного клапана.

Последующие технологические операции на автоматизированной камере запуска очистных устройств производятся удаленно, без присутствия персонала.

8. Открытие ЗКЛ до и после камеры запуска ОУ и закрытие ЗКЛ на байпасной линии.

9. После выхода ОУ из автоматизированной камеры срабатывает сигнализатор – после данного сигнала производится перевод потока жидкости на байпасную линию путем закрытия ЗКЛ до и после камеры запуска и открытия ЗКЛ на байпасной линии.



- 1 – задвижка клиновая литая (ЗКЛ); 2 – сигнализатор хода ОУ; 3 – манометр;
 4 – очистное устройство; 5 – шток контроля запуска очистного устройства;
 6 – электропривод для спуска-подъема штока контроля запуска очистных устройств;
 7 – концевой затвор; 8 – дренажная емкость; 9 – стойки



Схема автоматизированной камеры запуска очистных устройств

За счет внедрения автоматизированной камеры запуска ОУ на предприятиях топливно-энергетического комплекса обоснованно ожидается снижение количества рисков, связанных с производством газоопасных работ и повышается уровень безопасности труда, что является главным приоритетом нефтяных компаний.

Эффективность применения разработанного комплекса по очистке внутренней полости трубопровода в денежном выражении очевидна при сравнительном анализе стоимостных показателей проведения работ по прежней технологии очистки при участии персонала и с использованием предлагаемой разработки.

Анализ, проведенный на трубопроводе диаметром Ду = 219 мм с большим объемом выпадения АСПО и частотой очистных мероприятий до 2 пусков в неделю, показал значительную экономическую эффективность реализации со сроком окупаемости менее 3-х лет.

Надежная и эффективная работа предлагаемой разработки обусловлена реализацией следующих мероприятий.

Проведены прочностные расчеты деталей, узлов и материалов. Сформирован перечень оборудования и комплектующих, закупленных по результатам проработки и поставленных на завод для сборки.

При проработке вопроса комплектования АКЗООУ было подобрано оборудование, исключаящее санкционные риски при дальнейшем обслуживании и тиражировании проекта в промышленных масштабах.

Проработана компоновка АКЗООУ под объект внедрения, подобраны элементы автоматизации и энергоснабжения и телеметрии под существующую инфраструктуру и программное сопровождение объекта нефтедобычи.

В ходе проработки конструкции АКЗООУ для установки на объекте были выполнены расчеты механизации и передачи информации по каналам связи от клапанов-отсекателей на диспетчерский пульт управления для обеспечения удаленного пуска очистного устройства.

При этом определена перспектива установки дополнительных средств автоматизации, внешних и внутривидеочных устройств измерения параметров потока и свойств жидкости для фиксации изменений в трубопроводе в онлайн-режиме.

Это позволит дистанционно менять периодичность пуска очистных устройств в зависимости от параметров трубопровода, например, от роста давления или увеличения объема АСПО в транспортируемой жидкости, поступающей из добывающих скважин.

Заключение. Применение автоматизированных камер запуска очистных устройств позволит своевременно и оперативно очищать полость трубопроводов и исключать риски нарушения пропускной способности из-за отложений АСПО. Отсутствие отложений АСПО минимизирует риски нарушения целостности трубопроводов по причине превышения критического давления.

Анализ известных изобретений показал, что в науке и технике нет устройств, обладающих заявленной совокупностью признаков и наличием вышеуказанных свойств и преимуществ, что позволяет сделать вывод о соответствии заявляемой технологии критериям «новизна», «изобретательский уровень» и «промышленная применимость».

С точки зрения практической значимости реализация проекта «Автоматизированная камера запуска очистных устройств» позволит выполнить следующие обязательные требования к технологическим операциям по проведению очистки внутренней полости трубопроводов от отложений с достижением надежности, безопасности, экономичности за счет снижения эксплуатационных расходов и эффективности [4, 5]:

- автоматизация периодических процессов очистки внутренней поверхности трубопровода без остановки перекачки и без присутствия персонала;

- проведение автоматизированной очистки внутренней полости трубопровода снизит до минимума риски при производстве газоопасных работ и повысит безопасность труда на производстве, а также предотвратит остановки трубопроводов из-за отложений АСПО. Отсутствие отложений минимизирует риски нарушения целостности трубопроводов по причине превышения критического давления;

- сокращение транспортных затрат (особенно на удаленных от ЦПС объектах);

- оптимизация производственных и технологических процессов с низкими капитальными вложениями и трудозатратами;

- возможность модернизации автоматизированных процессов с введением в состав АКЗООУ средств контроля состава среды и параметров потока и запрограммированным реагированием автоматики с использованием искусственного интеллекта в программных модулях;
- наличие потенциала тиражирования проекта в других предприятиях ТЭК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Свод правил СП 36.13330.2012 "СНиП 2.05.06-85*. Магистральные трубопроводы". Актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85* (утв. приказом Федерального агентства по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству от 25 декабря 2012 г. N 108/ГС) (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://base.garant.ru/70510496/>.
2. Правила по эксплуатации, ревизии, ремонту и отбраковке нефтепромысловых трубопроводов: РД 39-132-94. Дата введения 1994-07-01. Руководящий документ разработан Институтом проблем транспорта энергетических ресурсов (ИПТЭР) при участии Гипротюменнефтегаза, ВНИИПО, МВД РФ, ВНИИТнефти, Роснефти и Госгортехнадзора России. Редакционная коллегия: Шарифуллин Ф.М., Гумеров А.Г., Азметов Х.А., Гумеров Р.С., Кутуков Е.Г., Дадонов Ю.А., Драгунов Ю.М., Манушакян И.С., Мокроусов С.Н., Лейзерова Л.И., Бондаренко Н.М.. СОГЛАСОВАНЫ с Госгортехнадзором РФ 27.12.93 г. N 10-03/337. УТВЕРЖДЕНЫ Минтопэнерго РФ 30.12.93 г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200103173/titles/32L64FT>.
3. Автоматизированная камера запуска очистных устройств : пат. № 2690111 / Р.А. Питьев, Д.Э. Кашапов, М.В. Бельснер, В.А. Волгарев, С.С. Ломаев. – Оpubл. 30.05.2019.
4. Трубы стальные для промысловых трубопроводов. Технические условия : ГОСТ 31443-2012 (Трубопроводы промысловые для нефти и газа. Правила проектирования и производства работ: СП 284.1325800.2016) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/456096925>.
5. Магистральные трубопроводы : СП 86.13330.2012. Свод правил. Актуализированная редакция СНиП III-42-80. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200102566>.