

**УСТАНОВКА МОНИТОРИНГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ
ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА**

Уфимцев Андрей Владимирович, Филипас Александр Александрович
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск
E-mail: avu34@tpu.ru

**INSTALLATION OF MONITORING OF TECHNOLOGICAL PROCESSES IN THE OIL
AND GAS INDUSTRY TO PREVENT ENVIRONMENTAL DAMAGE**

Ufimtsev Andrey Vladimirovich, Filipas Alexander Aleksandrovich
National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk

Аннотация: в представленной работе рассмотрена установка, моделирующая возможные сценарии протекания технологических процессов в нефтегазовой сфере с целью предупреждения и оказания управляющего воздействия для ликвидации ситуаций способных привести к нанесению ущерба окружающей среде. Установка направлена на моделирование наиболее частых внештатных ситуаций в данной отрасли – это утечка транспортируемых углеводородов из нефтепровода или газопровода, прорыв газа, возникновение «газовой шапки» и демпфирование усилий работы установок и жидкости «газовой шапкой».

Abstract: in the presented work, an installation is considered that simulates possible scenarios of technological processes in the oil and gas sector, in order to prevent and provide control action to eliminate situations that can lead to damage to the environment. The installation is aimed at modeling the most common emergency situations in this industry: leakage of transported hydrocarbons from an oil or gas pipeline, gas breakthrough, the occurrence of a "gas cap" and damping of the efforts of the installations and the liquid by a "gas cap".

Ключевые слова: окружающая среда; моделирование; давление; утечка; регулирование; нефтепровод.

Keywords: environment; modeling; pressure; leakage; regulation; oil pipeline.

В современном мире нефтегазовая отрасль играет ключевую роль в мировой экономике, обеспечивая энергией и сырьем множество отраслей и повседневных потребностей человечества. Однако, добыча, транспортировка и переработка нефти и газа несут в себе потенциальные риски для окружающей среды, часто приводя к экологическим катастрофам. В связи с этим разработка и внедрение методов моделирования и прогнозирования технологических процессов в нефтегазовой отрасли приобретают важнейшее значение в целях предотвращения экологического ущерба. В данной статье мы рассмотрим значимость разработанной установки моделирования реальных производственных процессов в нефтегазовой и нефтехимической отраслях для эффективного контроля и управления технологическими процессами с целью минимизации негативного воздействия на окружающую среду.

Установка имеет в своём оснащении трёхступенчатую автоматизированную систему управления, что приближает её к системам контроля, управления и мониторинга промышленных производств. Данное техническое решение позволяет управлять установкой в трёх режимах: вручную, с помощью заранее прописанного программного кода в программируемом логическом контроллере и дистанционно с помощью разработанного программного обеспечения и системы ввода вывода данных, а также их представления на экране оператора [1].

Моделирование происходит путём сохранения основных принципов и законов движения сырья по трубопроводам нефтегазовой отрасли и рабочей жидкости в системе трубопроводов разработанной установки. В роли транспортируемой по замкнутому циклу трубопроводов

жидкости выступает силиконовое масло марки ПМС– 5, так как оно наиболее близко по своей плотности к нефти.

Целью моделирования является отразить возможные аварийные ситуации и не рекомендуемые режимы работы с целью скорейшего определения неисправности и её устранения для предотвращения нанесения ущерба окружающей среде. Для решения данной задачи установка была спроектирована из двух составных частей, одна из которых моделирует технологические процессы, связанные с транспортировкой и хранением нефти, а вторая часть процессы, связанные с транспортировкой газа (см. рисунок) [2].

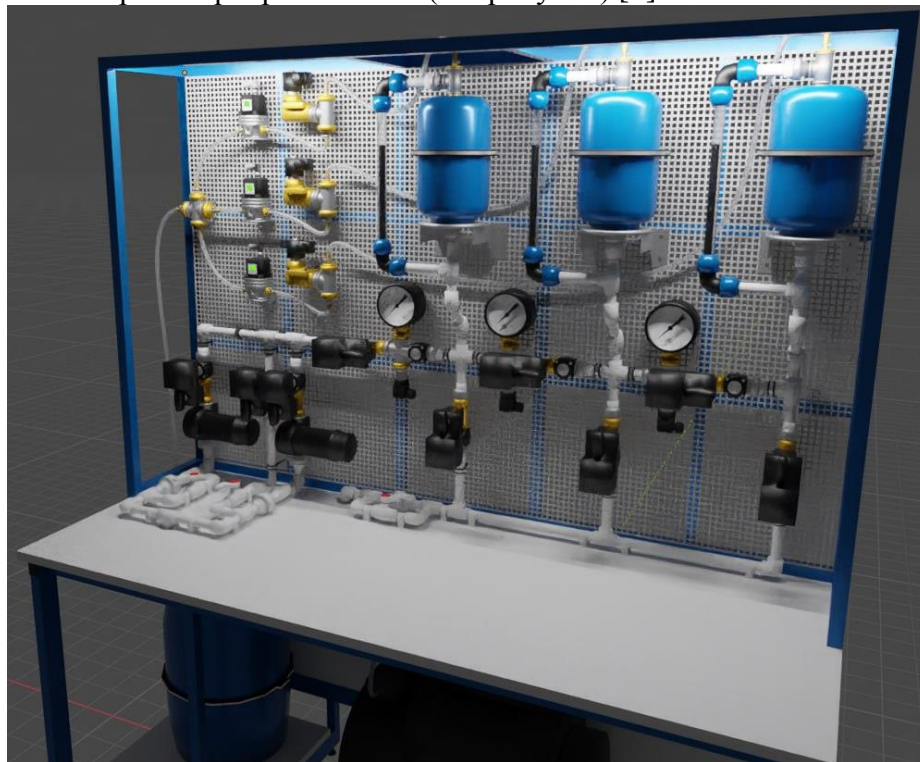


Рисунок – Трёхмерная конструкторская модель установки

Нефтяная часть моделирующей установки состоит из помповых непогружных насосов перекачивающих рабочую жидкость по системе трубопроводов установки; трёх гидроаккумуляторов, являющихся резервуаром для хранения рабочей жидкости, а также местом её регулируемой утечки. Кроме того, данная часть установки, её высокая степень насыщенности функциональными элементами и датчиками для контроля за моделированием внештатных ситуаций и быстрого их устранения. К данным устройствам относятся: девять электромагнитных клапанов, восемь датчиков расхода жидкости, три преобразователя давления. Электромагнитные клапаны задают определенный процент открытия собственной задвижки, что позволяет регулировать проходное сечение потока рабочей жидкости. В соответствии с принципами физического подобия местные потери протекающей через клапан жидкости с определенным процентом открытия задвижки имеют точно такую же физическую природу, что и потери на силы трения по длине участка магистрального нефтепровода или газопровода. Тем самым принцип регулирования потока жидкости, используемый в разработанной установке позволяет имитировать различную длину трубопровода. А на трубопроводах отвода жидкости из гидроаккумуляторов, которые являются резервуарами для хранения, транспортируемого по системе трубопроводов силиконового масла электромагнитные клапаны процентом открытия собственной задвижки, задают объём и скорость расхода регулируемой утечки из участка нефтепровода [3]. В то время как датчики давления и расхода жидкости фиксируют изменения показаний и позволяют не только фиксировать изменения данных параметров протекания процесса, но и анализировать и

высчитывать масштаб утечки, его последствия для экологии окружающей среды путём передачи сигнала с датчиков на программируемый логический контроллер (ПЛК).

Особенно острое отношение к регулированию и купированию моделируемых аварийных процессов побудило разработать на установке трехступенчатую систему автоматического управления передвижения нефти по магистральным трубопроводам. На нижней ступени данной системы управления расположены вышеупомянутые устройства для записи и фиксирования определённой физической переменной протекающего на установке эксперимента. Эти устройства передают посредством унифицированного токового сигнала с диапазоном от 4 до 20 миллиампер данные на программируемый логический контроллер. В программном коде контроллера прописан алгоритм воздействия на систему при достижении тех или иных параметров протекания процесса. Такой подход предоставляет возможность управлять системой в автоматическом режиме, что снижает вероятность ошибки оператора, который в силу человеческого фактора может не заметить начало возникновения опасной ситуации и превышения допустимых параметров работы системы [4]. Однако есть ещё третья ступень автоматизации, она представляет собой виртуальную модель установки, связывающую программируемый логический контроллер через интерфейсный кабель RS – 485 с компьютером, где установлена виртуальная модель. В данном случае виртуальная модель выполняет роль цифрового двойника и при установленном программном обеспечении позволяет предсказывать поведение системы при отклонении от заданных параметров и корректировать его, полностью исключая риск аварийных ситуаций и серьёзного отклонения от требуемых параметров работы установки.

Газовая часть установки по аналогии с нефтяной также имеет трёхступенчатую систему автоматического контроля и управления и содержит в своём составе следующие элементы: три пропорциональных клапана, три электропневматических пропорциональных регулятора, компрессор, пневматические шланги для транспортирования потока сжатого газа. Работа данной части установки осуществляется по следующему принципу: компрессор подаёт сжатый под давлением воздух, который имитирует природный газ через пневматические шланги, являющиеся физическим подобием магистрального газопровода. Пропорциональные клапаны выполняют роль регулируемого места утечки и вытесняют из системы определённый процент газа в зависимости от степени открытия, что позволяет имитировать утечку газа на газопроводе. А электропневматический регулятор позволяет фиксировать точное значение давления и объёма газа в пневматическом шланге. Полученные показания передаются на ПЛК и оттуда по вышеописанной схеме аналогичной гидравлической части установки передаются на виртуальную модель для дистанционного управления, что чрезвычайно эффективно при работе на таком взрывоопасном объекте. Сами пневматические шланги соединяются с верхней частью гидроаккумуляторов, тем самым осуществляя связь между газовой и нефтяной частью установки и позволяя моделировать процесс образования газовой шапки, что обеспечивает повышением давления выдаваемым компрессором подачи сжатого воздуха и вытеснением рабочей жидкости из гидроаккумулятора.

По итогам выполнения данной работы с целью снижения рисков экологической и производственной безопасности в нефтегазовой и нефтехимической отрасли была спроектирована и разработана установка физического подобия моделирования технологических процессов нефтегазовой отрасли для предотвращения экологического ущерба.

Разработанная установка включает в себя две секции моделирующие нефтяные и газовые производственные процессы соответственно. Подобное решение обеспечивает широкие функциональные возможности установки и позволяет ей на основе законов физики и математики проводить моделирование прорыва газа, образование газовой шапки, имитировать разную длину нефтепровода, осуществлять регулируемые утечки на участке нефтепровода и газопровода.

Список литературы

1. Савельев В.А. Модернизация гидравлического стенда ол-10 / В.А. Савельев, И.М. Иванов // Вестник Курганского государственного университета. Серия Технические науки, 2012 – С. 11–12.
2. Волкова Ю.С. Экономическая эффективность цифровой трансформации нефтегазовой отрасли / Ю.С. Волкова // Математическое и компьютерное моделирование в экономике, страховании и управлении рисками, 2023. – № 8. – С. 210–216.
3. Гиргидов А.Д. Механика жидкости и газа (гидравлика): учебник для вузов / А.Д. Гиргидов. – СПб: Изд-во СПбГПУ, 2007. – 545 с
4. Альперович И.В. Адаптация модели утечки из магистрального нефтепровода / И.В. Альперович // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья, 2022. – С. 24 – 28.

УДК 658.5

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ И ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В ОТДЕЛАХ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ

Филипенко Екатерина Геннадьевна

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк
E-mail: filipenko.katerina01@mail.ru

*Научный руководитель: Волкова Татьяна Александровна,
к.э.н., доцент ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»*

ANALYZE THE PROBLEMS AND POTENTIAL OPPORTUNITIES OF APPLYING THE CONCEPT OF LEAN MANUFACTURING IN QUALITY CONTROL DEPARTMENTS OF TESTING LABORATORIES

Filipenko Ekaterina Gennadyevna

Siberian State Industrial University, Novokuznetsk

*Scientific supervisor: Volkova Tatyana Alexandrovna,
Ph.D in Economics, associate professor, Siberian State Industrial University, Novokuznetsk*

Аннотация: статья посвящена анализу проблем и потенциальных возможностей внедрения концепций бережливого производства в отделы контроля качества испытательных лабораторий. В современных условиях высококонкурентной среды эффективность и качество работы лабораторий становятся критически важными. В статье рассматриваются основные принципы бережливого производства, его инструменты и методы, а также их применение в контексте повышения эффективности и уменьшения потерь в процессах контроля качества. Подробно обсуждаются существующие проблемы, с которыми сталкиваются лаборатории, и предлагаются пути их решения с помощью бережливых подходов, что способствует улучшению общего качества услуг и повышению конкурентоспособности.

Abstract: the article is devoted to the analysis of problems and potential opportunities for the introduction of lean manufacturing concepts in the quality control departments of testing laboratories. In today's highly competitive environment, the efficiency and quality of laboratories' work become critically important. This article reviews the basic principles of lean manufacturing, its tools and techniques, and their application in the context of improving efficiency and reducing losses in quality control processes. The existing problems faced by laboratories are discussed in detail and ways of solving them with the help of lean approaches are suggested, which contributes to the improvement of the overall quality of services and competitiveness.