

УДК 62-396

Разработка учебного стенда «Технологические трубопроводы и запорно-регулирующая арматура» для реализации практических работ по специальности 15.02.01 «Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям)»

© А.В. Катков, Ю.С. Тимошенко, В.В. Становых

*Иркутский национальный исследовательский технический университет, филиал,
г. Усолье-Сибирское, Российская Федерация*

Аннотация. Для изучения профессионального модуля ПМ.01 «Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования» и профессионального модуля ПМ.04 «Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих» по специальности 15.02.01 «Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям)» в качестве средств обучения необходимы наглядные учебные стенды, которые имеют высокую стоимость на современном рынке. В статье рассмотрена характеристика трубопроводов, а также виды запорно-регулирующей арматуры. Работа посвящена описанию выполненного стенда «Технологические трубопроводы и запорно-регулирующая арматура», данный стенд позволяет сэкономить денежные средства и может быть применён в учебном процессе при проведении практических работ для изучения конструктивных особенностей трубопроводов, прокладочных материалов, фланцев и запорно-регулирующей арматуры.

Ключевые слова: стенд, профессиональный модуль, практические работы, трубопроводы, запорно-регулирующая арматура

Development of a training stand «Technological Pipelines and Shut-off and Control Valves» for the implementation of practical work in the specialty 15.02.01 «Installation and Technical Operation of Industrial Equipment (by Industry)»

© Alexander V. Katkov, Yulia S. Timoshenko, Victor V. Stanovykh

*Irkutsk National Research Technical University, branch,
Usolye-Sibirskoye, Russian Federation*

Abstract. To study the professional module PM.01 «Organization and Implementation of Installation and Repair of Industrial Equipment» and the professional module PM.04 «Performance of Work in One or More Professions of Workers, Positions of Employees» in the specialty 15.02.01 «Installation and Technical Operation of Industrial Equipment (by industry)» as training tools, visual training stands are required, which have a high cost in the modern market. The article discusses the characteristics of pipelines, as well as types of shut-off and control valves. The article is devoted to the description of the completed stand «Technological Pipelines and Shut-off and Control Valves», this stand allows you to save money and can be used in the educational process when conducting practical work to study the design features of pipelines, gasket materials, flanges and shut-off and control valves.

Keywords: stand, professional module, practical work, pipelines, shut-off and control valves

Основным элементом учебного процесса по ПМ.01 «Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования» и ПМ.04 «Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих» по специальности 15.02.01 «Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям)» является теоретический и практический курс, который включает лекции и лабораторно-практические работы. В процессе обучения для организации взаимодействия

между преподавателем и обучающимися используются посредствующие элементы. С их помощью увеличивается объём передаваемой учебной информации, оптимизируется процесс формирования новых понятий, профессиональных умений, улучшается восприятие изучаемых технических объектов, физических явлений, лежащих в основе работы рассматриваемых технических устройств и т. д. Эти посредствующие элементы являются средствами обучения. Для выполнения практических и лабораторных

работ ПМ.01 «Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования» и ПМ.04 «Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих» в качестве средств обучения можно использовать стенды, которые предлагает современный рынок учебного оборудования. Особенностью таких стендов является использование их для технических вузов, однако данные стенды отличаются сложностью, функциональной избыточностью для технических специальностей, большими массогабаритными размерами и высокой стоимостью. Таким образом, высокая стоимость вышеуказанного оборудования, функциональная избыточность и сложность в обслуживании делают актуальной задачу разработки учебных стендов для специальностей 15.02.01 «Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям)».

Цель проектно-исследовательской работы – спроектировать и выполнить стенд для практических работ «Технологические трубопроводы и запорно-регулирующая арматура» по ПМ.01 «Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования» и ПМ.04 «Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих» для специальностей 15.02.01 «Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям)». Задачи, которые необходимо решить для достижения поставленной цели, следующие:

- изучение видов и конструктивных особенностей трубопроводов и запорно-регулирующей арматуры;
- разработка рационального построения технологического процесса изготовления приспособления;
- подготовка рабочей поверхности стенда;
- подготовка и изготовление специальных приспособлений;
- выполнение сборочных работ;
- презентационное оформление готового стенда.

Для решения поставленных задач необходимо обратиться к теоретическим сведениям.

Трубопровод – это сооружение, предназначенное для транспортировки жидких, газообразных и твердых (сыпучих) продуктов.

Технологические трубопроводы являются особой составляющей в различных

производственных процессах, без трубопроводов не обходится ни одно промышленное производство, даже самое современное и инновационное [1].

К технологическим трубопроводам относятся трубопроводы в пределах промышленных предприятий (по ним транспортируется сырьё, полуфабрикаты и готовые продукты, пар, вода, топливо, реагенты и другие вещества, обеспечивающие ведение технологического процесса и эксплуатацию оборудования), а также межзаводские трубопроводы, находящиеся на балансе предприятия.

Трубопроводы состоят из плотно соединённых между собой прямых участков труб, деталей, запорно-регулирующей арматуры, контрольно-измерительных приборов, средств автоматики, опор и подвесок, крепежа, прокладок и уплотнений, а также материалов, применяемых для тепловой и антикоррозионной изоляции.

Область применения трубопроводов разнообразна: тяжёлая химическая промышленность, нефтехимическая, газовая; производство различных специализированных препаратов; электроэнергетика (ТЭЦ и АЭС); разведка, добыча, переработка и хранение нефти и газа, а также других полезных ископаемых; металлургическое и сталелитейное производство; судостроительная, автомобилестроительная и продовольственная промышленность; гражданское строительство и коммунальное хозяйство.

Трубопроводы, транспортирующие продукцию скважин на площадях нефтяных месторождений, подразделяются на следующие основные категории:

- по назначению: нефтепроводы, газопроводы, нефтегазопроводы, нефтегазоводопроводы и водопроводы;
- по характеру напоров: напорные и безнапорные;
- по величине рабочего давления: высокого $64 \cdot 10^5$ Па, среднего $16 \cdot 10^5$ Па и низкого $6 \cdot 10^5$ Па давления;
- по способу прокладки: подземные, надземные и подводные;
- по функции:
 - а) выкидные линии, идущие от устьев скважин до групповой замерной установки;
 - б) нефтяные, газовые, водяные и нефтегазоводяные сборные коллекторы;
 - в) товарные нефтепроводы;
- по гидравлической схеме работы: простые трубопроводы, не имеющие от-

ветвлений, и сложные трубопроводы, имеющие ответвления, к которым относятся также замкнутые (кольцевые) трубопроводы [2].

Запорно-регулирующая арматура – важнейшее приспособление, применяющееся во многих сферах деятельности по всему миру, в том числе она играет важнейшую роль в технологическом процессе нефтегазовых предприятий. Её используют в качестве укрепительной системы трубопроводов в качестве запорного элемента. Арматура включает в себя как запорную функцию в технологическом процессе, так и регулируемую, что помогает реализовывать большой функционал возможностей во время её использования [3].

Запорно-регулирующая арматура изменяет расход транспортируемого вещества, тем самым перекрывает или распределяет его поток, а также регулирует различные параметры: давление, напор или температуру. Может монтироваться на трубопроводы, ёмкости и другие агрегаты.

Виды запорно-регулирующей арматуры:

- запорная арматура обеспечивает полное перекрытие потока в трубах, пользуется наибольшим спросом;

- регулирующая арматура поддерживает необходимое значение определённых параметров, осуществляет контроль расхода рабочей среды. Температура, давление, состав и концентрация веществ могут быть изменены с использованием такого вида арматуры. Особо стоит выделить относящуюся к регулирующей дроссельную арматуру. Её используют в случаях необходимости значительного понижения и сжатия транспортируемого вещества. Она успешно работает при значительных скачках давления;

- запорно-регулирующая совмещает в себе функции перекрытия и управления потоками;

- аварийная (отсечная) исключает фактор негативного влияния на трубопровод путём перекрытия защищаемого участка от остальной части системы, если давление или направление транспортируемой среды превысило допустимые значения;

- предохранительная арматура отключается в аварийной ситуации, чтобы утилизировать из конструкции избыточное количество транспортируемого вещества;

- смесительная арматура, функция

которой состоит в управлении потоком рабочей среды для распределения его в определённом направлении или для смешивания. Чаще всего применяется в системах отопления для получения оптимальной температуры;

- фазоразделительная арматура автоматически разграничивает рабочие среды в зависимости от их фаз и состояний.

Трубопроводная запорная арматура может быть изготовлена из следующих материалов: сталь, латунь, бронза, чугун.

Основные характеристики данных элементов таковы: диаметр трубы, которую возможно подсоединить, и максимум избыточного давления при показателе температуры среды в трубопроводе 20 градусов. Выбор зависит от технических условий трубопровода, в которых он будет использоваться. Газовые трубопроводы, водные магистральи и системы для перекачки агрессивных веществ используют отличные друг от друга типы оборудования.

Герметизация в таких системах может обеспечиваться сальфоном, диафрагмой, сальником.

Кроме этого, типы запорной арматуры включают в себя те специальные вентили, задвижки и заслонки, которые эксплуатируются на трубопроводах, по которым движутся агрессивные вещества. Для таких изделий чаще всего используют устойчивую к кислоте и щёлочи латунь. Детали из сальфона применяют при необходимости обеспечения герметичности соединения, выдерживания высоких температур и предотвращения возможной утечки.

Антикоррозийные свойства также крайне важны для арматуры, используемой в агрессивных средах, поэтому зачастую допускается применение фланцевых, фарфоровых и диафрагмовых вентиляей с резиновым покрытием.

Трубы газо- и нефтепроводов защищаются комбинированным способом, для этого применяется мазутно-битумное покрытие, ингибированная бумага и одновременно с этим катодная защита. Сущность электрозащиты состоит в том, что на катод, которым является сам трубопровод, накачиваются электроны от внешнего источника тока, и это тормозит коррозию. Анодом в данном случае может служить любой ненужный металл. Также широко сейчас применяются различные плёнки на основе полиэтилена. Внутренняя поверхность защи-

щается различными покрытиями на основе керамики [4].

Для эффективной защиты трубопроводов от внутренней коррозии посредством ингибиторов важнейшим моментом является правильный выбор ингибитора в зависимости от структуры газожидкостного потока, существующего в защищаемом трубопроводе [5].

Ни один трубопровод не может полноценно функционировать без запорной аппаратуры. Существует несколько её разновидностей. Установка одной из них существенно отличается от монтажа других устройств, поэтому должна осуществляться только специалистами с применением специализированного оборудования.

Трубопроводная арматура считается исправной, если обеспечивается:

- прочность деталей арматуры и сварных швов, работающих под давлением;
- герметичность корпуса, сальниковых уплотнений и фланцевых соединений арматуры в отношении внешней среды;
- герметичность затвора арматуры;
- плавное (без рывков и заеданий) перемещение подвижных частей арматуры [6].

Нормальная эксплуатация и долговечность трубопроводов в значительной степени зависит от правильного выбора конструкции и качественного выполнения соединений труб между собой (с соединительными деталями, арматурой, компенсаторами и т. д. [7]).

Соединение арматуры с трубопроводом производится:

- муфтами с внутренней резьбой;
- цапками на наружном уплотнителе;
- ниппелями;
- фланцами;
- сваркой.

До присоединения к насосу всасывающий и напорный трубопроводы должны быть внутри тщательно очищены от грата, окалины, ржавчины и т. п. [8].

Различают несколько основных способов сварки труб: сварка давлением и сварка сплавлением. К первой группе относятся высокочастотную сварку с контактным или индукционным токоподводом при частоте сварочного тока до 450 кГц и индукционную сварку током частотой 8–10 кГц. Последний метод эффективен при сварке толстостенных труб большого диаметра, но по-

ка ещё не нашёл широкого промышленного применения [5].

Известно также, что при односторонней сварке трубопроводов различного назначения чаще всего дефекты сварных швов образуются в корневом слое шва или в его сопряжении с первым заполняющим слоем. Это связано с тем, что большое влияние на качество формирования корневого слоя шва оказывает точность подготовки и сборки кромок кольцевых стыков [9].

Перейдём непосредственно к процессу проектирования стенда.

Для более рационального хода работы был выполнен предварительный эскиз стенда, где были распределены будущие детали. После этого были изготовлены крепежи.

Далее была выделена рабочая площадка, где разместились два верстака, тиски и инструменты ручного труда для выполнения поставленных задач.

Для подготовки поверхности был осуществлён демонтаж навесного оборудования старого стенда (рис. 1), а также покраска будущего стенда в белый цвет.



Рис. 1. Демонтаж навесного оборудования

Далее была произведена покраска будущих устанавливаемых деталей: для придания нового цвета покрасили их «серебрянкой», маховики выкрасили в красный цвет для их выделения и обозначения как неотъемлемой конструктивной части запорно-регулирующей арматуры (рис. 2).

Устанавливаемые детали: трубы (пластиковая, стальная, стеклянная), прокладочный материал (картон, поранит, резина, сальниковая набивка), фланцы (приварные, шип-паз), специальный фланец, «катушка», штуцера, резервуар, задвижка, запорно-регулирующая арматура (резьбо-

вое соединение, фланцевое соединение, запорно-регулирующая арматура с поворотными фланцами), корпусные детали запорно-регулирующей арматуры, головка, маховики, запорно-регулирующая арматура с фланцевым соединением (корпус, прокладка, головка).

Для того чтобы детали можно было снять и визуальнo осмотреть их конструк-

тивные особенности, были изготовлены крепления – уголки, пели, полочки.

Далее был произведён монтаж деталей к стенду: разместили все ранее отобранные и покрашенные детали на стенд (рис. 3), подключили резервуар к сливной системе (канализационной) (рис. 4), оформили надписи к каждой детали на стенде (рис. 5).



Рис. 2. Покраска деталей



Рис. 3. Монтаж деталей к стенду



Рис. 4. Подключение резервуара к сливной системе



Рис. 5. Готовый стенд

Данный стенд «Технологические трубопроводы и запорно-регулирующая арматура» позволяет изучить конструктивные особенности трубопроводов, прокладочных материалов, фланцев и запорно-регулирующей арматуры и может быть применён для практических работ по ПМ.01 «Организация и проведение монтажа

и ремонта промышленного оборудования» и ПМ.04 «Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих» для специальности 15.02.01 «Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям)».

Библиографический список

1. Сапронов О.А., Токарев Д.А., Доронин С.Е., Китаев О.О. Технологические трубопроводы из пластмассовых труб – особенности проведения экспертизы промышленной безопасности // Молодой учёный. 2016. № 2 (106). С. 215–217. [Электронный ресурс]. URL: <https://moluch.ru/archive/106/25221> (08.12.2020).
2. Яхаев Н.Ш., Нафиддинов У.И. Расчёт и классификация трубопроводов при неизотермическом движении нефтегазовых смесей // Молодой учёный. 2016. № 12 (116). С. 458–461. [Электронный ресурс]. URL: <https://moluch.ru/archive/116/30141> (08.12.2020).
3. Мешков В.В., Свирина С.А. Запорно-регулирующая арматура в нефтегазовой отрасли // Студенческий вестник. 2020. № 6-4 (104). С. 52–53. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42469696> (07.12.2020).
4. Чепкасова О.А., Селезнева А.А., Садиков А.И., Хмелев С.В. Коррозия металлов // Молодой учёный. 2015. № 23 (103). С. 260–261. [Электронный ресурс]. URL: <https://moluch.ru/archive/103/23845> (08.12.2020).
5. Маматов Ж.Р., Рахимов Н.Б., Каландаров Н.О. Защита от коррозии, вызванной углекислым газом // Техника. Технологии. Инженерия. 2017. № 4 (6). С. 27–31. [Электронный ресурс]. URL: <https://moluch.ru/th/8/archive/68/2259/> (08.12.2020).
6. Офрим А.В., Черепанов К.В., Хижняков П.В., Лукьянченко П.А. Особенности проведения экспертизы промышленной безопасности трубопроводной арматуры // Молодой учёный. 2015. № 23 (103). С. 199–200. [Электронный ресурс]. URL: <https://moluch.ru/archive/103/24035> (08.12.2020).
7. Авлиякулов Н.Н., Насруллаева З.А., Хасанов Ж.О. Требования, предъявляемые к применению соединительных деталей трубопроводов на нефтегазовых сооружениях // Молодой учёный. 2016. № 8 (112). С. 170. [Электронный ресурс]. URL: <https://moluch.ru/archive/112/28311> (08.12.2020).
8. Хайдарова А.Ф., Неклюдова П.А. Монтаж трубопроводов // Инновационная наука. 2017. № 2-1. С. 122–124. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/montazh-truboprovodov-1/viewer> (07.12.2020).
9. Дорошенко Ф.Е., Великанова И.Ю., Бродягин В.Н. Новая технология односторонней сварки неповоротных стыков трубопроводов // Территория Нефтегаз. 2011. № 5. С. 52–53. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/novaya-tehnologiya-odnostoronnn-ey-svarki-nepovorotnyh-stykov-truboprovodov/viewer> (08.12.2020).
10. Запорно-регулирующая арматура: виды, типы // Нефтегаз-2021: 20-я юбилейная международная выставка «Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.neftegaz-expo.ru/ru/articles/2016/zapornaya-reguliruyushhaya-armatura/> (08.12.2020).

Сведения об авторах / Information about the Authors

Катков Александр Владимирович, студент группы УМ-17-1, Иркутский национальный исследовательский технический университет, филиал, 665462, г. Усолье-Сибирское, ул. Менделеева, 65, Российская Федерация, e-mail: sanyakatkov1999@gmail.com

Тимошенко Юлия Сергеевна, кандидат технических наук, преподаватель, Иркутский национальный исследовательский технический университет, филиал, 665462, г. Усолье-Сибирское, ул. Менделеева, 65, Российская Федерация, e-mail: usyrh@mail.ru

Становых Виктор Викторович, преподаватель, Иркутский национальный исследовательский технический университет, филиал, 665462, г. Усолье-Сибирское, ул. Менделеева, 65, Российская Федерация, e-mail: stanovyh2012@bk.ru

Alexander V. Katkov, Student, Irkutsk National Research Technical University, branch, 65 Mendeleev Str., Usolye-Sibirskoye, 665462, Russian Federation, e-mail: sanyakatkov1999@gmail.com

Yulia S. Timoshenko, Cand. Sci. (Technics), Teacher, Irkutsk National Research Technical University, branch, 65 Mendeleev Str., Usolye-Sibirskoye, 665462, Russian Federation, e-mail: usyrh@mail.ru

Victor V. Stanovykh, Teacher, Irkutsk National Research Technical University, branch, 65 Mendeleev Str., Usolye-Sibirskoye, 665462, Russian Federation, e-mail: stanovyh2012@bk.ru