

УДК 630.235:55.30

Автомат патронирования агрессивных жидкостей — мехатронная система повышения производительности и безопасности горнопроходческих работ

Добрынин Александр Артурович¹

pirovzryv@mail.ru

Лагута Виктор Степанович²

ipilp@mail.ru

Галахарь Александр Сергеевич³

a.galakhar@bmstu.ru

¹ ИПКОН РАН, Москва, Россия² Группа компаний «Галант», Чистополь, Россия³ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Разработана узловая схема автомата смешивания и патронирования, который предназначен для изготовления взрывоопасных веществ вблизи мест ведения горнопроходческих работ, что исключает риски, связанные с перевозкой и хранением таких веществ. Готовая оболочка (флакон) из полупрозрачного пластика подается из кассеты в позицию наполнения взрывоопасным веществом и сразу после наполнения надежно герметизируется. Для обеспечения безопасности работы автомата предусматривается система активного технического контроля патронирования. Предложенная схема автомата смешивания позволит увеличить производительность труда и безопасность на предприятиях горной промышленности и строительства.

Ключевые слова: безопасность, горная промышленность, производительность труда, автоматизация горнопроходческих работ, устройство смешивания жидкостей

Введение. Подготовка взрывчатых веществ (ВВ), размещение их и средств инициирования в зарядных выработках, являются наиболее опасными среди технологических процессов горного производства, где необходима энергия взрыва.

Исследование [1] показало, что из всех известных и применяемых сегодня в горной промышленности ВВ наиболее технологичны жидкие ВВ (ЖВВ), которые могут самотеком заполнять предназначенные для них зарядные полости, обеспечивая достаточную плотность ВВ в заряде без применения насосов и иных приспособлений.

Основание для разработки автомата смешивания и патронирования — большая потребность в патронированных взрывчатых веществах и специальных зарядах ВВ в горной и других отраслях промышленности (более миллиона зарядов в год!), а также резкое возрастание их стоимости, наблюдаемое в последнее время.

Назначение описываемого оборудования. Назначение устройства смешивания (УсС) — изготовление ЖВВ, путем смешения, невзрывоопасных составляющих (окислителя и горючего) и разлив ЖВВ в пластиковые обо-

лочки (флаконы) с обеспечением надежной герметизации содержимого для исключения контакта с ним работников. Для получения ЖВВ используется окислитель (О), например диазота тетраоксид, кислота азотная концентрированная по ГОСТ 701–89 и горючее (Г), например, жидкие углеводороды, нитробензол, бензол.

Флаконы цилиндрической формы из прозрачного или полупрозрачного пластика для визуального контроля наполнения оболочек. Кроме того, на выступающей части флакона (под крышкой) предусматривается кольцо для закрепления флакона при установке в шпур.

Емкости для О и Г выбираются, исходя из потребности в ЖВВ и удобства эксплуатации. О и Г подаются в смеситель под действием небольшого избыточного давления азота (до 0,7 атм).

Структурная схема системы управления мехатронного аппарата патронирования ЖВВ (АПЖВВ) показана на рис. 1, функциональная схема УсС показана на рис. 2.

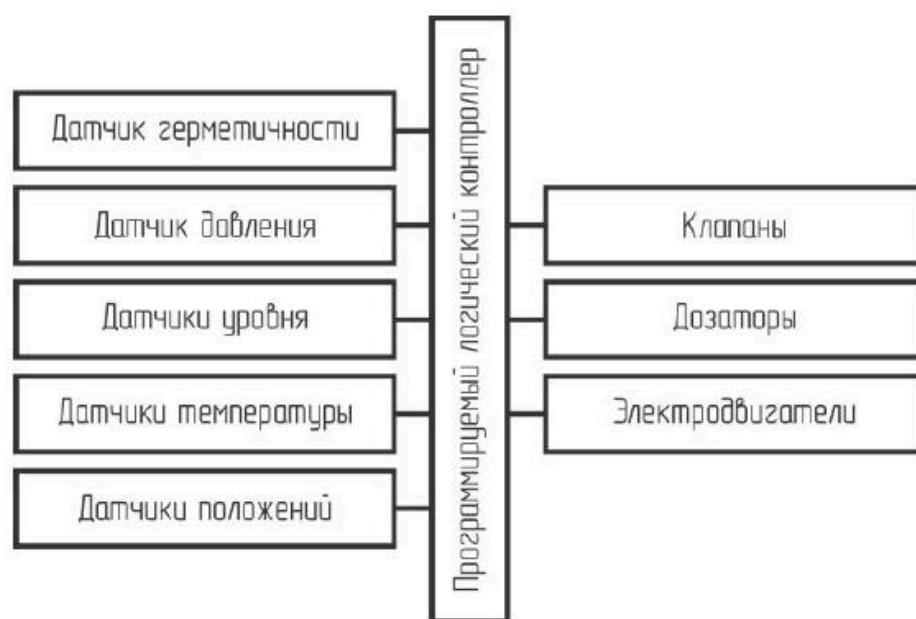


Рис. 1. Структурная схема системы управления автомата патронирования жидких реагентов

Обеспечения безопасной эксплуатации. Для обеспечения безопасной эксплуатации установки АПЖВВ реализованы следующие меры [2–4]:

1. Герметизация соединений — на установке использованы байонетные соединения трубопроводов. Флаконы с готовым ЖВВ закрываются крышкой-защелкой с прокладкой для агрессивных жидкостей.

2. Оснащение средствами взрывопреупреждения — на установке предусмотрен технологический и аварийный слив, а также емкости с нейтрализующей жидкостью.

3. Противоаварийная защита — на установке предусмотрено автоматическое отключение и аварийный слив по показаниям датчиков температуры сразу на нескольких технологических узлах установки.

4. Промывка водой трубопроводов — на установке предусмотрена емкость с водой (или клапан подключения) для промывки систем установки при пуске или аварийной остановке.

5. Наличие документации — разработан регламент технологического процесса, инструкции по охране труда и технике безопасности.

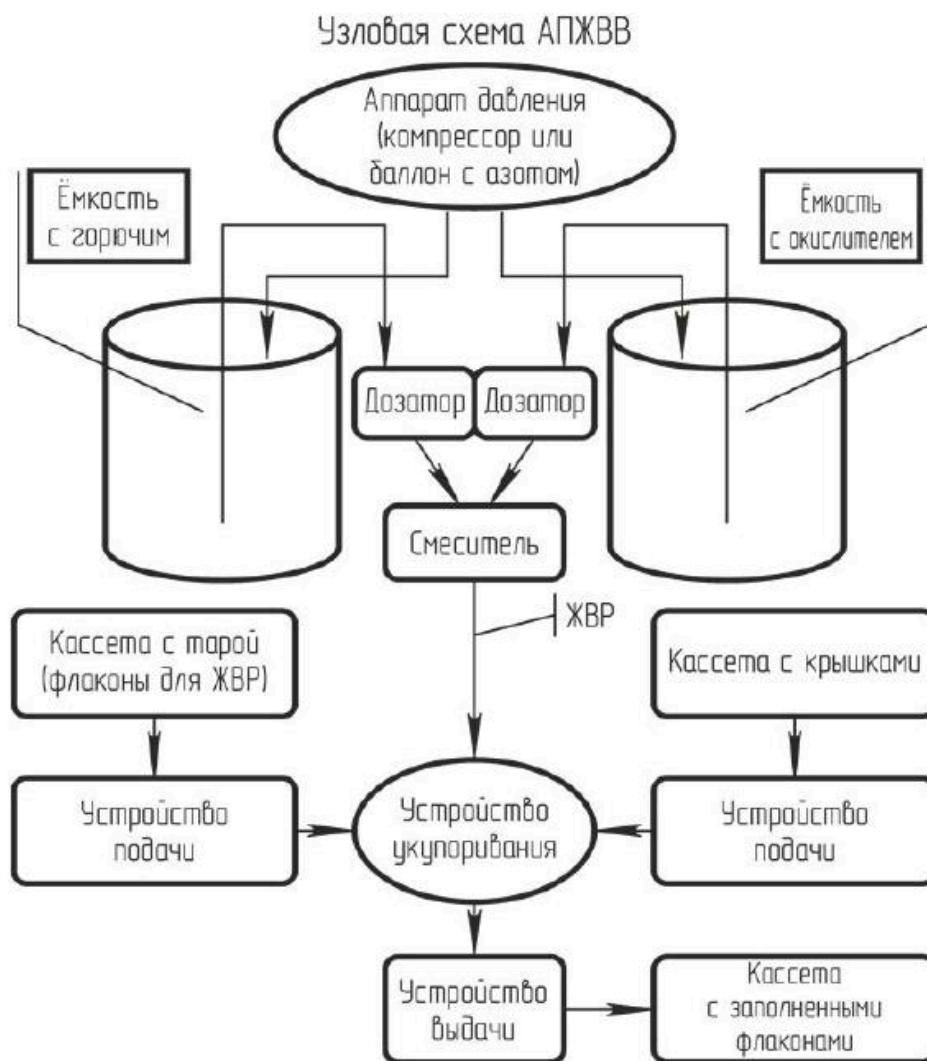


Рис. 2. Функциональная схема автомата патронирования жидких реагентов

Действия по подготовке УсС к работе.

1. Установка и закрепление УсС в выбранном месте.
2. Заземление установки.
3. Заполнение технологических емкостей жидкостями. Слабощелочной раствор заливается в емкость аварийного слива, а вода — в емкость приема заполненных флаконов.
4. Установка резервуаров О и Г в приемных позициях УсС.
5. Присоединение трубопроводов к соответствующим резервуарам.
6. Регулирование и установка в рабочее положение элементов трубопроводной арматуры.

7. Подключение электропитания.

8. Внешний осмотр резервуаров и технологических емкостей, проверка температуры на элементах установки по индикаторам на пульте управления.

Оператор удаляется на безопасное расстояние (не менее 50 м) и выбирает автоматический или пошаговый режим работы УсС. В обоих режимах в устройстве управления задействован режим аварийной остановки процесса по температуре на элементах УсС.

Заключение. ЖВВ обладают хорошими энергетическими характеристиками и текучестью, наиболее удобны для автоматизации взрывных работ. Автоматизация подготовки ЖВВ позволяет не только обеспечить безопасность, но и увеличить производительность горнопроходческих работ. Компоненты ЖВВ не взрывоопасны — обеспечить безопасное хранение, транспортировку и подготовку компонент ВВ достаточно просто. Уменьшение числа работников обеспечит существенное уменьшение себестоимости проходки и безопасность, т.к. присутствие работников, управляющих оборудованием, предполагается только за пределами опасной зоны. Современный уровень развития науки и техники уже сегодня позволяет приступить к роботизации работ в горной промышленности и при строительстве [5], в том числе взрывных.

Список источников

- [1] Добрынин А.А. *Взрывчатые вещества. Химия. Составы. Безопасность*. Москва, ИД Академии Жуковского, 2014, 528 с.
- [2] ФНП «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств». Приказ Ростехнадзора № 533 от 15.12.2020.
- [3] ФНП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения». Приказ Ростехнадзора № 494 от 03.12.2020.
- [4] ТР ТС 012/2011. *О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах*. Решение Комиссии Таможенного союза от 18 октября 2011 года № 825.
- [5] Лагута В.С., Калинин С.В. Индустриализация на основе роботизации: варианты постановки задачи создания (внедрения) технической системы. *Вопросы инновационной экономики*, 2022, т. 12, № 3, с. 1316–1324.

Automatic aggressive liquid packaging machine as a mechatronic system for improving capacity and safety of mining operations

Dobrynin Alexander A.¹

pirovzryv@mail.ru

Laguta Victor S.²

ipilp@mail.ru

Galakhar Alexander S.³

a.galakhar@bmstu.ru

¹ *Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

² *The group of companies "Galant", Chistopol, Russia*

³ *BMSTU, Moscow, Russia*

A component pattern of automatic blending and packaging machine has been developed. It is aimed at producing explosive substances near mining sites without risks associated with transportation and storage of such substances. A ready-made shell (bottle) of translucent plastic is fed from a container to the explosive filling position and securely sealed immediately after filling. The safety of the machine is ensured with a system of active technical control of packaging. The proposed pattern of automatic blending machine will improve labor productivity and safety in mining and construction industries.

Keywords: safety, mining, labour productivity, automation of mining operations, liquid blending device