УДК 621.337.11

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ SCADA-СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СТАЦИОНАРНЫМ ВАГОНООПРОКИДЫВАТЕЛЕМ УГЛЕОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК

А.В. Астраханцев, студент гр. АРм-241, О.В. Любимов, доцент, к.т.н.
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
Россия, г. Кемерово

Вагоноопрокидыватели, как ключевой элемент транспортно-логистической инфраструктуры, предназначены для выгрузки сыпучих материалов (уголь, железорудные концентраты, кусковая железная руда, известняк, шламы и т.п.) из полувагонов в приёмные бункеры.

На углеобогатительных фабриках применяются вагоноопрокидыватели двух типов: роторные (рисунок 1) и с боковой разгрузкой (рисунок 2). Выбор типа вагоноопрокидывателя зависит от условий компоновки углеприёмных устройств, в частности от возможности и целесообразности заглубления приёмных бункеров [1].

Разгрузка полувагона роторными вагоноопрокидывателями производится при его повороте без вертикального перемещения. В этом случае углеприёмн бункер требует значительного заглубления, что связано с выполнением большого объема земляных работ [1].

При разгрузке же угля вагоноопрокидывателями с боковой разгрузкой выгон поднимается более чем на 4 м над уровнем железнодорожных путей и опорожняется при вращении вокруг оси, расположенной вне вагона. В этом случае углеприёмный бункер располагается выше уровня железнодорожных путей и для его сооружения выполнение земляных работ не требуется [1].

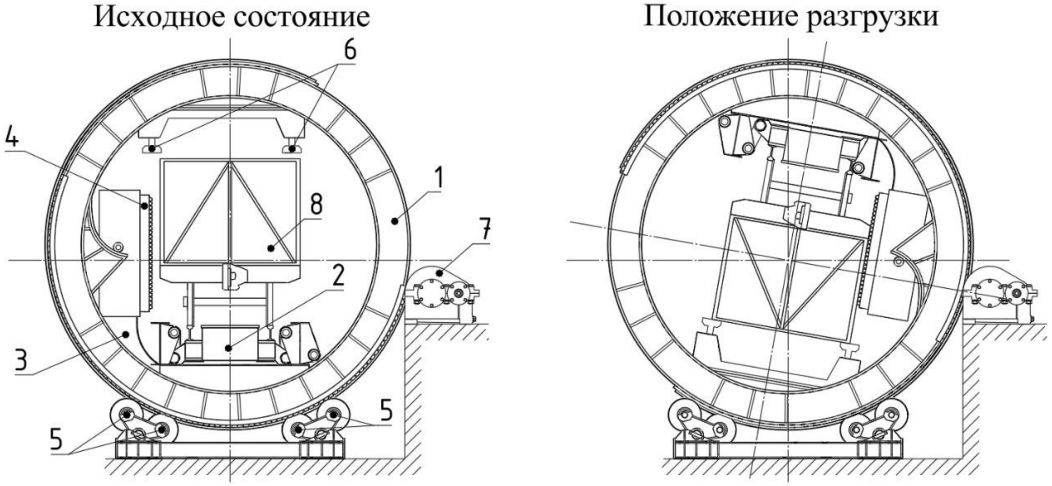


Рисунок 1 – Стационарный роторный вагоноопрокидыватель: 1 – ротор; 2 – платформа; 3 – люльки; 4 – вертикальная привалочная стенка; 5 – роликоопора; 6 – верхние упоры вибраторов; 7 – привод; 8 – полувагон.

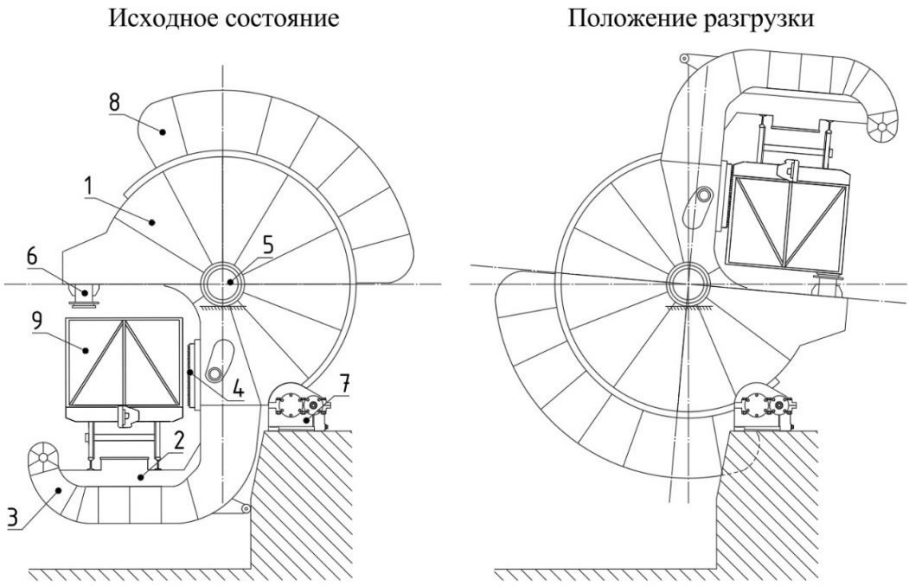


Рисунок 2 – Стационарный вагоноопрокидыватель с боковой разгрузкой:
1 – ротор; 2 – платформа; 3 – люльки; 4 – вертикальная привалочная стенка;
5 – подшипники опорных колонн; 6 – верхний упор; 7 – привод;
8 – противовес; 9 – полувагон.

На действующих обогатительных фабриках Кузбасса эксплуатируются в основном роторные вагоноопрокидыватели. Они имеют относительно низкодинамический режим работы и разгружаемые вагоны подвергаются меньшим ударным нагрузкам; более надежны и менее энергоемки в работе; расходы по их эксплуатации и ремонту несколько ниже, чем для вагоноопрокидывателей с боковой разгрузкой [1].

Вагоноопрокидыватели, как правило, эксплуатируются вместе с системами автоматизации операций выгрузки (надвиг вагона, установка, выталкивание). Для интенсификации процесса удаления остатков сыпучих грузов, особенно смерзшихся и слежавшихся, в конструкции предусмотрены вибрационные устройства.

В современных условиях крупные перегрузочные терминалы, оснащаются интегрированными автоматизированными системами управления (АСУ), активно использующими системы диспетчерского управления и сбора данных, известные как SCADA-системы, назначение которых заключается в мониторинге и дистанционном управлении оборудованием - системами пылеподавления, конвейерами, дозаторами, вагоноопрокидывателями, а также другими элементами технологического процесса. SCADA-системы обеспечивают повышение производительности, снижение простоев и минимизацию человеческого фактора.

Однако внедрение АСУ на действующих объектах сопряжено с рядом трудностей:

- высокой стоимостью оборудования и программного обеспечения (ПО),
- необходимостью остановки технологического процесса на этапе отладки,
- сложностью интеграции устаревших и современных компонентов.

Идея работы – создание SCADA-системы управления стационарным вагоноопрокидывателем, пригодной как для использования в реальных условиях, так и для обучения.

В связи с этим возрастает интерес к методам виртуального проектирования и прототипирования АСУ на ранних стадиях разработки - особенно в образовательной и инженерной среде, где требуется отработка алгоритмов управления без риска повреждения реального оборудования.

АСУ на основе передовых технических средств автоматизации (ТСА), включая программируемые логические контроллеры (ПЛК), позволяет применять современные высокоточные датчики и устройства отображения информации. Это в свою очередь обеспечивает стабильное поддержание заданных режимов работы оборудования – в-частности, при разгрузке вагонов. Кроме того, применение современных ТСА значительно повышает надёжность выполнения технологического процесса, позволяет осуществлять оперативную диагностику состояния механизмов и систем управления, а также создаёт необходимые условия для эффективной эксплуатации и технического обслуживания оборудования.

В результате анализа существующих подходов к автоматизации перегрузочных комплексов, а также возможностей SCADA-систем и ПЛК, описания технологического цикла работы вагоноопрокидывателей, появляется возможность построить циклограммы, диаграммы состояний, перечень необходимых входных и выходных параметров их управления. В ходе анализа появляется возможность сформировать требования к разрабатываемой системе.

Виртуальная разработка и отладка SCADA-системы, мнемосхем, системы тревог, архивирования данных и диагностики нештатных ситуаций обеспечивают непрерывный контроль технологического процесса. Это позволяет оперативно архивировать данные и реагировать на нештатные ситуации, повышая надёжность и безопасность эксплуатации.

В рамках проекта принято реализовать архитектуру SCADA-системы на базе полнофункциональной платформы MasterSCADA 4D, которая поддерживает большинство промышленных протоколов передачи данных и легко интегрируется с различными программными средствами сторонних разработчиков ПО, обеспечивая высокий уровень прозрачности и доступности; данные при этом доступны по всей иерархии управления производством без искажений и в режиме реального времени [2].

Среда разработки MasterSCADA 4D имеет простой и интуитивно понятный редактор мнемосхем, который позволяет в несколько «кликов» разработать интерфейс управления процессом или оборудованием. В редакторе присутствует как набор типовых элементов (текст, кнопки, индикаторы, линии, соединительные элементы и т.д.), так и готовые графические библиотеки символов для различных отраслей промышленности. При этом графика - полностью векторная, что позволяет мнемосхеме «подстроиться» под любое разрешение экрана. Поддержка формата SVG позволяет импортировать графические символы и мнемосхемы из сторонних редакторов и использовать их в дальнейшем

как библиотеки. Функции спрайт-анимации позволяют «оживить» мнемосхему, придать дополнительной динамики управляемым процессам и привлечь внимание оператора [2].

Дополнительно есть возможность интеграции со сторонними модулями и системами, автоматизации разработки, использования математических моделей для управления процессами и многое другое.

Реализация логики ПО управления в среде программирования CODESYS позволяет использовать виртуальный ПЛК, обеспечивающий унифицированный подход к разработке промышленных управляющих приложений. Он предоставляет широкий набор инструментов и функций, которые позволяют разработчикам создавать сложные и гибкие программы для ПЛК. Основное преимущество CODESYS – обеспечение широкой поддержки аппаратных устройств и платформ. Интерактивная среда разработки поддерживает все языки программирования МЭК для ПЛК. Также существует возможность переключать язык уже написанной программы на другой, однозначно интерпретируемый.

Благодаря широким возможностям, ПО совместимо со многими ПЛК различных брендов, что делает его универсальным решением для разработки АСУ. При помощи этой среды программируются контроллеры HCFA, ОВЕН, INOVANCE, VECTOR, XINJE, Beckhoff и другие.

В качестве протокола обмена данными между контроллером и SCADA-системой принят промышленный протокол связи Modbus TCP обеспечивающий максимальную совместимость, масштабируемость и прозрачность взаимодействия в рамках распределённой АСУ, что соответствует гибкому принципу построения промышленных сетей передачи данных.

Приведенные выше данные ориентированы на повышение возможностей использования методологии проектирования SCADA-систем в условиях ограниченных аппаратных и программных ресурсов к практическому промышленному и учебно-методическому внедрению.

Список литературы:

1. Машины и оборудование углеприема на обогатительных фабриках: методические указания для выполнения лабораторной работы по дисциплине «Горные машины и оборудование» для студентов специальности 130405 «Обогащение полезных ископаемых» всех форм обучения / Н. Н. Городилов, [и др.]; ГОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т». – Кемерово, 2010. – 24 с.

2. Воскресенская М., Красильников А. Программно-аппаратный комплекс на базе компьютеров с ЦПУ «Эльбрус» от AdvantiX и SCADA-системы MasterSCADA 4D от МПС Софт // Современные технологии автоматизации (СТА). – 2022. – № 3. – С. 6–14. – URL: https://www.cta.ru (дата обращения: 17.11.2025)