

чие даже небольшой активной нагрузки на вторичной стороне отключаемого силового трансформатора также исключает возникновение перенапряжений по причине среза.

Первым опытным средством ограничения КП стали вентильные разрядники, но, имея импульсное пробивное напряжение выше $3,2 \cdot U_{\text{иф}}$ и большие габариты, вентильные разрядники (РВМГ, РВМК, РВМКГ, РВРД) не смогли обеспечить надёжное ограничение коммутационных перенапряжений.

В последние годы, как в России, так и за рубежом в электрические сети активно внедряют нелинейные ограничители перенапряжений (ОПН). ОПН представляет собой нелинейный резистор на основе ZnO с высоким коэффициентом нелинейности, благодаря чему при номинальном фазном напряжении он пропускает ничтожный ток 1 мА. При увеличении напряжения сопротивление ОПН резко уменьшается, а ток, протекающий через него, растёт. По данным каталогов продукции ряда крупнейших фирм, работающих в области производства электротехнических изделий, уровень ограничения перенапряжений нелинейными ограничителями типа ОПН КР/TEL и ОПН РТ/TEL составляет (2,8 - 3,6)Uф.

Применение ОПН на карьерах ограничено их низкой надёжностью в результате термической неустойчивости в условиях частых однофазных замыканий на землю и неудовлетворительного действия релейной защиты. Кроме того, включение ОПН между фазами сети и корпусом экскаватора, в районах с многолетнемёрзлыми грунтами может приводить к появлению опасных потенциалов на корпусах экскаваторного оборудования вследствие неэффективного действия защитных устройств.

Считается, что частичное ограничение перенапряжений может быть достигнуто нормированием минимальной длины кабеля между высоковольтным выключателем и коммутируемой нагрузкой. Защитное действие кабельной вставки основано на уменьшении волнового сопротивления коммутируемого контура за счёт собственной ёмкости кабеля. Однако расчёты показывают, что применительно к экскаваторам этот способ неприемлем как с технической, так и экономической стороны.

Распространённым средством защиты двигателей и трансформаторов от КП, является подсоединение RC-цепочек между ВКА и нагрузкой. RC-цепочка состоит из конденсаторов 0,1 - 0,5 мкФ и резисторов 25 - 100 Ом, соединённых последовательно. Конденсаторы уменьшают волновое сопротивление цепи нагрузки, снижая тем самым перенапряжения, вызванные срезом тока, а резисторы способствуют затуханию высокочастотного тока, регулируют воздействие на другие фазы и вместе с конденсаторами уменьшают вероятность повторного зажигания дуги в ВКА. Уровень ограничения перенапряжений RC-цепочками составляет (1,8 - 2,4)Uф.

Определяющими факторами при выборе средств защиты от коммутационных перенапряжений являются допустимый уровень перенапряжений для данного типа оборудования и условия электробезопасности.

СТРУКТУРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМАНДНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ПОДСИСТЕМЫ ВЕСОДОЗИРУЮЩЕЙ УСТАНОВКИ

Гурьев В.А., Никонов А.И.
*Самарский государственный
технический университет,
Самара*

Моделирование структурных совокупностей командно-измерительных средств и операций имеет важное значение для разработки автоматизированных весодозирующих установок, применяемых в промышленности. Среди основных требований к разрабатываемой весодозирующей установке (ВДУ) можно назвать такие, как обеспечение рациональности её построения и достижение оперативности в реализации заданного режима дозирования.

Ниже рассматриваются структурные модели построения и принципа действия командно - измерительной подсистемы автоматизированной ВДУ; данная подсистема должна выполнять функции формирования управляющих воздействий на исполнительные органы ВДУ и команд, инициирующих выполнение необходимых измерений, а также оценки полученных измерительных результатов и её использования в текущем управлении технологическим оборудованием весодозирования (ТОВ).

Разработанная структурная модель построения командно-измерительной подсистемы включает в свой состав следующие составные звенья: оператор процесса весодозирования ОПВ; компьютерный пульт управления КПУ; модуль ввода-вывода МВВ (на микроконтроллерной базе); модуль электрической стыковки МЭС; модуль оповестительных элементов МОЭ. Структурно-модельные компоненты в парах (ОПВ, КПУ), (КПУ, МЭС), (МЭС, МВВ) взаимодействуют между собой двусторонним образом.

С многомерным входом МОЭ связаны контролируемые объекты ТОВ; многомерный выход МОЭ соединен с соответствующим входом МВВ, который имеет аналоговые и дискретные узлы преобразования входной измерительной информации. Внешний выход рассматриваемой структуры командно-измерительной подсистемы связан с узлами формирования силовых управляющих воздействий на исполнительные органы ТОВ, в частности, на электродвигатели, затворы дозаторов.

Общее действие рассматриваемой командно-измерительной подсистемы организовано в соответствии с обработкой последовательности ряда процедур. Они представлены в операционной модели указанного действия следующей цепочкой: процедура "Выбор марки смеси и требуемого объёма"; первая стадия мониторинга состояния технологического оборудования; процедура "Пуск дозирования"; вторая стадия мониторинга состояния технологического оборудования; процедура "Выгрузка дозаторов в бетоносмеситель"; третья стадия мониторинга состояния технологического оборудования; процедура "Выгрузка смеси в транспортное средство"; четвертая стадия мониторинга состояния технологического оборудования.

Информация о состоянии ТОВ, изначально сформированная датчиковой аппаратурой (в том числе, датчиками силы и положений), и затем преобразованная модулем ввода-вывода, принимается компьютерным пультом в рамках отработки процедур мониторинга. Любая стадия мониторинга состояния ТОВ включает в себя процедуры проверки связи с модулем ввода-вывода, опроса датчиков силы и положений.

Данные о процессе приготовления смеси заносятся в специализированную базу данных; информация из неё может быть извлечена, распечатана и проанализирована, в том числе проверяющими органами.

В случае возникновения какой-либо нештатной ситуации при работе ТОВ по команде оператора выполняется процедура аварийного останова процесса весодозирования, которая предусматривает снятие команды пуска дозирования, а также выдачу команд на приведение исполнительных органов в начальные состояния и сбор информации об аварии.

Рассмотренные модели командно - измерительной подсистемы содержат только необходимые и соответствующие поставленным требованиям структурные звенья, комплексы которых воспроизводят ритмичность задаваемого порядка реализации процесса весодозирования.

ОЖИДАЕМЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Зырянов М.И.

Казанский государственный энергетический университет

Для уяснения целесообразности размещения крупных ветроэнергетических генерирующих комплексов на территории с умеренным ветровым режимом (на примере Республики Татарстан) проведены расчетные исследования объемов месячной, годовой выработки электроэнергии современными ветроэнергетическими установками (ВЭУ).

Проведен анализ средних месячных и средних годовых скоростей ветра на 28 метеостанциях покрывающих относительно равномерно территорию республики.

Произведены уточнения методик расчета выработки электроэнергии ветроэнергетическими станциями (ВЭС). Уточнения методик касаются возможности более точно учесть климатические факторы, технические характеристики ветроагрегатов и схемы размещения их на ВЭС. Важной особенностью современного состояния ветроэнергетики является тот факт, что при проведении исследовательских работ недостаточно учитывать характеристики ВЭУ в общем виде, поэтому был сформирован банк данных современных ВЭУ, мощностью 500 - 2500 кВт ведущих мировых производителей ветротурбин (Bonus, Vestas, Nordex, DeWind, NegMicon и др). Алгоритмирован процесс расчета эксплуатационных характеристик ВЭС.

На территории Республики Татарстан имеются пункты с умеренными и слабыми среднегодовыми

скоростями ветра (от 3,4 до 5,5 м/с), измеренные на высотах 8 - 12 м. Проведенные оптимизационные исследования выявили наибольшую пригодность для климатических условий Татарстана ВЭУ фирмы DeWind типа DeWind D6 с номинальной мощностью = 1000 кВт, с номинальной скоростью ветра = 11,5 м/с, диаметром ветроколеса = 62 м и высотой башни = 91,5 м.

Сопоставительный анализ результатов производительности ВЭУ показывает, что для большей части территории Республики Татарстан достижимые значения коэффициента использования номинальной мощности ВЭУ типа DeWind D6 составляют 25 - 40%.

Наиболее благоприятные площадки для строительства ВЭС на базе крупных ВЭУ мегаваттного класса находятся в районах размещения метеорологических станций Балтаси, Б. Кайбицы, Вязовые, Дрожанное, Бугульма оп., Чистополь ГМС, Арск, Актамыш, Ново-Шешминск.

Следует отметить, что в случае создания многоагрегатной ВЭС аналогичные показатели будут несколько меньше в результате потерь энергии в электросети станции и взаимного аэродинамического затенения ВЭУ. Проведенные исследования показали, что потери энергии массива ВЭУ не превысят 10% в случае расположения ВЭУ на расстоянии 8-ми диаметров ротора друг от друга.

Полученные распределения выработки электроэнергии свидетельствуют об энергетической эффективности крупных ВЭС в районах с умеренным ветровым режимом при среднегодовых скоростях ветра 4,8 - 5,5 м/с, измеренных на высотах 8 - 10 м.

Результаты исследования позволяют уяснить оптимальные пункты для размещения крупных ветроэнергетических генерирующих комплексов в Республике Татарстан и прогнозировать их эксплуатационные показатели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безруких П. П., Арбузов Ю. Д., Борисов Г. А., Виссарионов В. И., Евдокимов В. М., Малинин М. К., Огородов Н. В., Пузаков В. Н., Сидоренко Г. И., Шпак А. А. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии России / Под общей ред. П. П. Безруких. - СПб.: Наука, 2002. - 314 с.

2. Абдрахманов Р.С., Зырянов М.И., Константинов И.П. Энергетическая эффективность крупных ветроэлектрических комплексов в условиях Мурманской области // Современные глобальные и региональные изменения геосистем: Матер. Всер. науч. конф. Казань: КГУ, 2004. С. 253-254.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗДЕЛЕНИЯ СУСПЕНЗИИ НА ВРАЩАЮЩЕЙСЯ КОНИЧЕСКОЙ НАСАДКЕ

Лебедев А.Е., Павлов А.А.

Ярославский государственный технический университет

Для моделирования процесса разделения необходимо описать динамику движения частицы плотностью ρ в суспензии, движущейся в коническом, ап-