

ПРИМЕНИМОСТЬ КОНЦЕПЦИИ “SMART GRID” К УГОЛЬНЫМ РАЗРЕЗАМ КУЗБАССА

А.Э. Евстратов, И.Ю. Семыкина
Томский политехнический университет
ЭНИН, ЭПЭО

Электроснабжение отдельных категорий потребителей в единой электроэнергетической системе России имеет свои особенности. Среди них, например, потребители открытых горных работ, которые рассмотрим на примере разреза «Кедровский».

Схема электроснабжения разреза – комбинированная с продольным расположением передвижных воздушных линий (ВЛ) 6 кВ на уступах и с поперечными участками для переходов через уступы. Основные электроприемники – это экскаваторы. Они присоединяются к передвижным ВЛ 6 кВ через переключательные пункты, оборудованный вакуумными выключателями, а сети применяются с изолированной нейтралью. Количество механизмов, присоединяемых к одной ВЛ 6 кВ, не превышает нормативов [1] и [2].

Электроснабжение вспомогательных электроприемников выполняется от передвижных комплектных трансформаторных подстанций (ПСКТП) на напряжение 0,38 кВ или 380/220 В с глухозаземленной нейтралью. В соответствии с требованиями [3] ПСКТП оснащены максимальной токовой защитой и защитой от замыканий на землю.

С использованием журналов аварийных простоев и отказов электрооборудования разреза за 2014 г. были проведены парный регрессионный и корреляционный анализы надежности, при этом влияние различных параметров рассматривалось отдельно. На основании полученных данных была построена множественная регрессия:

$$N = 23.2 + 7.39L_n + 24.55N_s + 1.99N_{nom},$$

где N – количество отказов, L_n – длина передвижной части, N_{nom} – количество потребителей, N_s – количество экскаваторов.

Полученное уравнение было проверено на значимость с помощью F -теста, т.е. сравнивались расчетные значения R^2 с R^2 из таблицы критических значений [4] для соответствующего уровня значимости (в данной работе принят 5%). Если расчетное R^2 меньше, чем критическое R^2 , значит соответствующая модель не является значимой и наоборот.

Для полученной модели значения $R^2=0.882$, а критическое значение $R^2=0.764$, т.е. полученная модель является значимой и может быть использована для последующего анализа.

Полученная регрессия подтверждает, что число отказов угольного разреза «Кедровский» в наибольшей степени зависит от количества экскаватора питаемых от одного фидера. Рассмотрим часть распределительной сети разреза с двумя экскаваторами и обеззараживающей станцией, представленной на рис.1.

Расчет электрических нагрузок для данной схемы электроснабжения при вскрышных работах выполнен по методу удельного расхода электроэнергии в соответствии с руководящим техническим материалом [2] и инструкцией [5]. параметры нагрузки для выделенного участка представлены в таблице 1.

Кедровский фидерный пункт КПФ

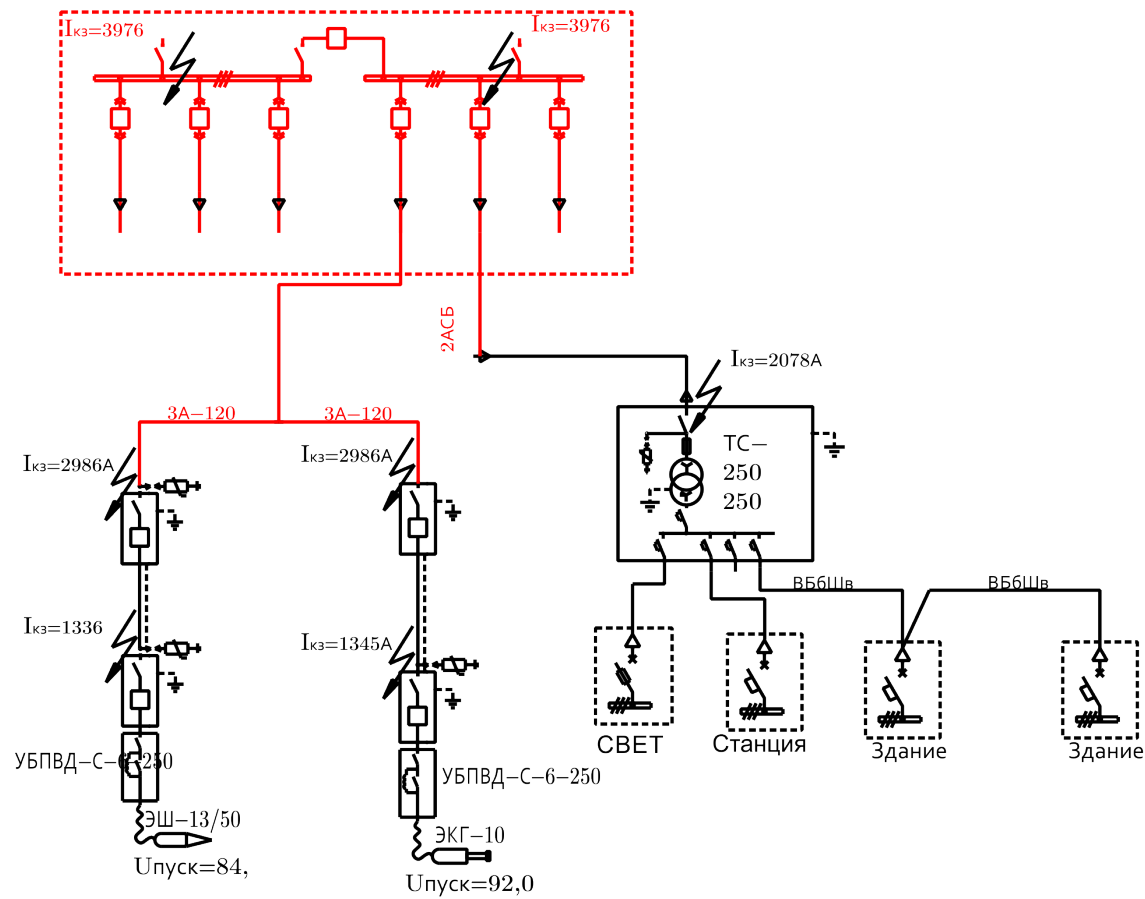


Рис. 1. Структурная схема участка угольного разреза “Кедровский”

Табл. 1.

Параметр			Значение
Напряжение, кВ			6
Одновременно работающая мощность, кВт			17 854
Коэффициент сменности работы оборудования			0.85
Коэффициент спроса			0.53
Коэффициент мощности		cos φ	0.99
		tg φ	0.14
Расчетный максимум нагрузки	активной, кВт		9 535
	реактивной, кВАр	отстающий	1 356
		опережающий	—
	полной, кВА		9 631

С помощью компьютерного моделирования был проведен анализ работы распределительной сети разреза при максимальной нагрузке (одновременном запуске обоих экскаваторов). В модель вложены приводные двигатели экскаваторов, коммутационное оборудования и кабели с распределёнными параметрами. Результаты моделирования представлены на рис. 2, где видно, что величина

напряжения на зажимах приводного двигателя в 2.36 раз меньше, чем на фидере. При такой форме напряжения экскаватор не сможет запуститься, т.к. срабатывает защита от затяжного пуска.

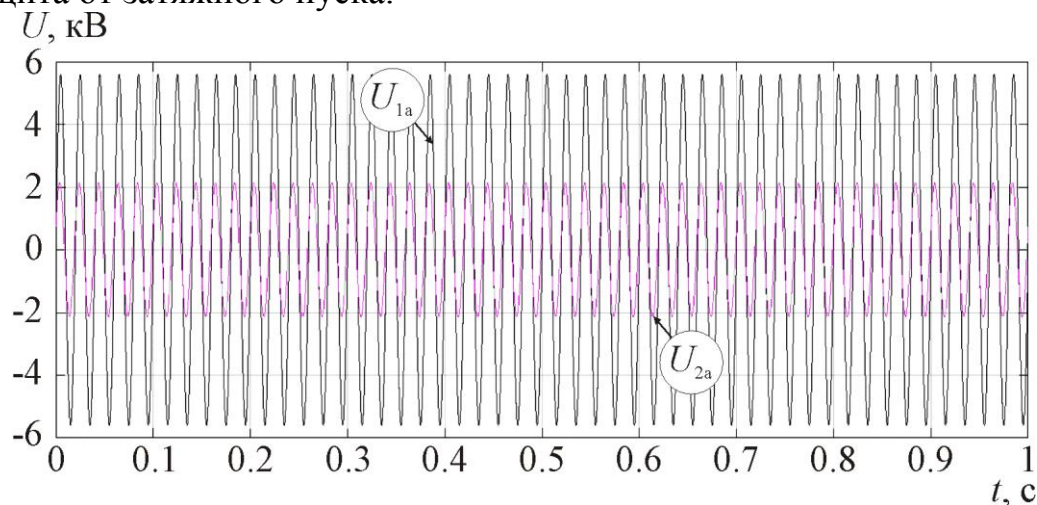


Рис. 2. Диаграммы изменения фазного напряжения при максимальной нагрузке: U_{1a} – напряжение на фидерном пункте; U_{2a} – напряжение на зажимах приводного двигателя ЭКГ-10

Таким образом, существующая система электроснабжения разреза не обеспечивает работу в максимальной нагрузке, а вкупе с неорганизованным включением вспомогательного оборудования в часы максимума все это представляет собой серьезную проблему, для решения которой можно эффективно применить концепцию Smart Grid.

В предлагаемой Smart Grid для компенсации амплитуды напряжения в момент запуска экскаватора предлагается использовать аккумуляторы с инверторами, ведомыми сетью, мощность которых для выделенного участка составляет 40 % от пусковой мощности приводных двигателей экскаваторов. Результаты моделирования предложенной Smart Grid представлены на рис. 3.

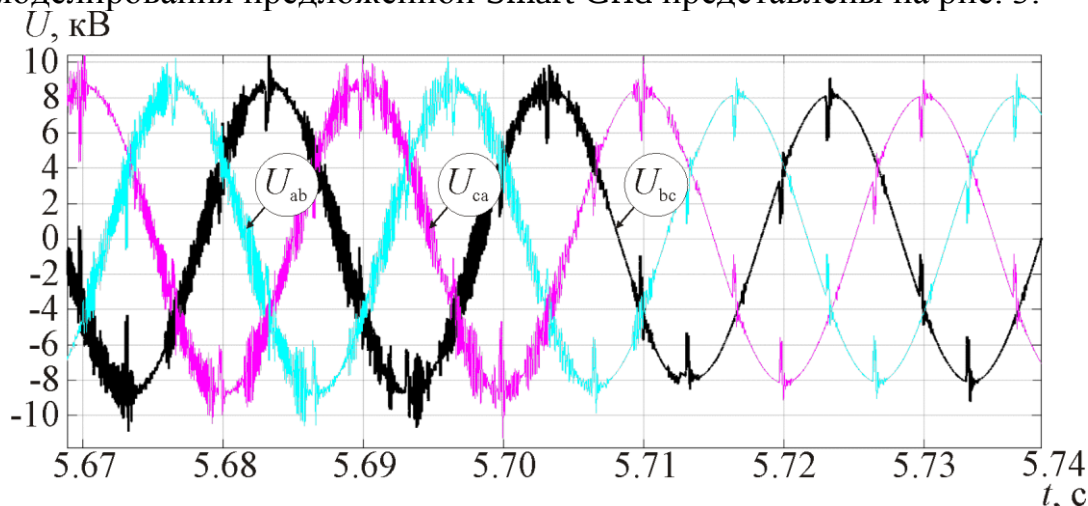


Рис. 3. Напряжение на зажимах приводного двигателя ЭКГ-10 с разработанной Smart Grid при максимальной нагрузке

Полученные данные подтверждают, что разработанная система обеспечивает высокое качество электроснабжения разреза и возможность работы при максимальной нагрузке. Также она позволяет управлять вспомогательным оборудованием в моменты минимальной загрузки сети, что уменьшает простой

электрооборудования, увеличивает надежность системы в целом, создавая частично автономный объект.

Несмотря на то, что внедрение Smart Grid требует значительных капитальных затрат и реорганизацию всей системы электроснабжения разреза, что экономически нецелесообразно на разрезе «Кедровский», можно считать обоснованной эффективность применения предложенной Smart Grid на вновь создаваемых разрезах Кузбасса.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Правила технической эксплуатации при разработке угольных и сланцевых месторождений открытым способом. – М.: Министерство угольной промышленности СССР, 1970. – 249 с.
2. РТМ 12.25.006-90 "Расчет и построение систем электроснабжения угольных разрезов".
3. ПБ 05-619-03 "Правила безопасности при разработке угольных месторождений открытым способом".
4. Сигел Э.Ф. Практическая бизнес-статистика. – М.: Издательский дом «Вильямс». – 2004. – 1056 с.
5. Инструкция по проектированию электроустановок угольных шахт, разрезов, обогатительных и брикетных фабрик. – М: Министерство топлива и энергетики РФ; Комитет угольной промышленности, 1993. – 114 с.

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГОЛОЛЕДНО-ВЕТРОВОЙ НАГРУЗКИ НА ПРОВОДА ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Р.Ш. Мисбахов, О.Г. Савельев, А.А. Галяутдинов
Казанский государственный энергетический университет

Отложение гололёда представляет большую опасность для стабильного энергоснабжения и нормальной эксплуатации воздушных линий электропередачи. За последние двадцать лет произошли значительные изменения в динамике и географии образования гололёда на высоковольтных линиях передачи электроэнергии. В условиях относительно мягкой зимы при резком перепаде значений температуры окружающего воздуха от положительной к отрицательной на проводах оседают капли воды и начинается лавинообразный процесс образования толстой ледяной корки, достигающей толщины в несколько десятков миллиметров и многократно утяжеляющей провода. При этом толщина плотного гололёда на проводах может достигать 40–50 мм, а рыхлого – 90–100 мм. Расчёты показывают, что при толщине наледи в 50 мм масса провода марки АС-500 сечением в 500 мм² длиной в 1 км возрастает с 1,85 т до 12,5 т, то есть увеличивается почти в 7 раз, а при толщине наледи в 70 мм – до 20,7 т, то есть в 11 раз.