

РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА ЦЕЛЬ В СВЯЗИ С ЛИКВИДАЦИЕЙ СЕТИ 35 кВ

А. В. Михадюк

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель П. В. Лычѐв

Предложен по ряду причин вариант перевода питающей сети населенного пункта Цель с 35 кВ на напряжение 10 кВ с последующим сооружением на территории подстанции нового открытого распределительного устройства 10 кВ, выполненного на базе реклоузеров.

Ключевые слова: ликвидация напряжения 35 кВ; открытое рампредельительное устройство на реклоузерах.

Согласно Концепции развития электрогенерирующих мощностей и электрических сетей до 2030 г., утвержденной Министерством энергетики Республики Беларусь 25 февраля 2020 г. № 7, намечена программа по переводу сетей 35 кВ на напряжение 110 (10) кВ. Причиной данных изменений в энергосистеме Республики Беларусь является полная амортизация сетей данного класса напряжения и подхода срока их эксплуатации к завершению. Основным критерием при определении дальнейшей перспективы нормальной работы сети 35 кВ является уровень электрических нагрузок энергорайонов. При достаточном уровне электрических нагрузок энергорайона намечается вывод из эксплуатации ВЛ 35 кВ с сооружением ВЛ 110 кВ с выполнением мероприятий по реконструкции действующих подстанций 35 кВ с переводом на напряжение 110 кВ или строительству ПС 110 кВ на новом месте. При низких уровнях электрических нагрузок энергорайона и соответствующей конфигурации сети 10 кВ намечается перевод ВЛ 35 кВ на 10 кВ с подключением нагрузки к ближайшей ПС 110 кВ.

В качестве одного из примера можно привести действующую ПС 35 кВ «Цель», находящуюся на балансе филиала «Бобруйские электрические сети» РУП «Могилев-энерго», которая располагается на территории Осиповичского района Могилевской области. Данная подстанция является тупиковой и получает питание по возведенной в 1972 г. ЛЭП 35 кВ «Цель» от ПС 220 кВ «Лапичи», находящейся в 8,97 км.

На ПС 35 кВ «Цель» установлен масляный трансформатор ТМ-1600/35 1981 г. выпуска. Ячейки КСО 10 кВ установлены в металлическом закрытом распределительном устройстве (ЗРУ) типа «киоск» и оборудованы масляными выключателями ВМПП 10-630-20 (ППВ). Оборудование на данной ПС морально и технически устарело и нуждается в замене, защиты отходящих линий частично выведены из строя по причине их неисправности. Всего отходящих линий – 4, одна из которых – резервная. Основным потребителем нагрузки является военная часть (потребитель 2 категории) и ее объекты. Питание части происходит по кабельной линии 10 кВ № 329, резерв осуществляется по ВЛЭП 10 кВ № 527 до ЗРУ 2211, находящимся на балансе воинской части. Также подстанция питает по ВЛ 10 кВ № 528 населенный пункт Цель. К ВЛ 10 кВ № 528 присоединены 2 КТП суммарной мощностью 200 кВА, одно из которых питает школу в населенном пункте Цель (потребитель 2 категории) и 1 МТП мощностью 63 кВА, схема указана на рис. 1. Для обеспечения надежности и резервирования питающей линии 35 кВ была создана ВЛ 10 кВ № 527, которая обеспечивала питание ПС через населенный пункт Сосновый от ПС 220 кВ «Лапичи» по стороне 10 кВ, но вследствие стихийных бедствий и заболачивания территорий

вокруг р. Свислочь линия была утрачена и частично выведена из эксплуатации. Таким образом, резерва по питанию данная ПС не имеет, надежность электроснабжения потребителей 2 категории (школа в населенном пункте Цель и военная часть 61732) не обеспечивается.

Данные АСКУЭ по среднесуточной проходящей через вводной выключатель активной мощности за период 2022 г. приведены ниже на рис. 2. Анализируя их, можно увидеть, что среднесуточная активная мощность, проходящая через трансформатор за год примерно равна $P = 108$ кВт, что составляет около 6,75 % от его номинальной мощности, потери холостого хода трансформатора данной марки равны $P_{xx} = 5,1$ кВт. При этом по экспертным данным специалистов Осиповичского района электрических сетей и Осиповичского районного исполнительного комитета рост нагрузок в данном энергорайоне не планируется.

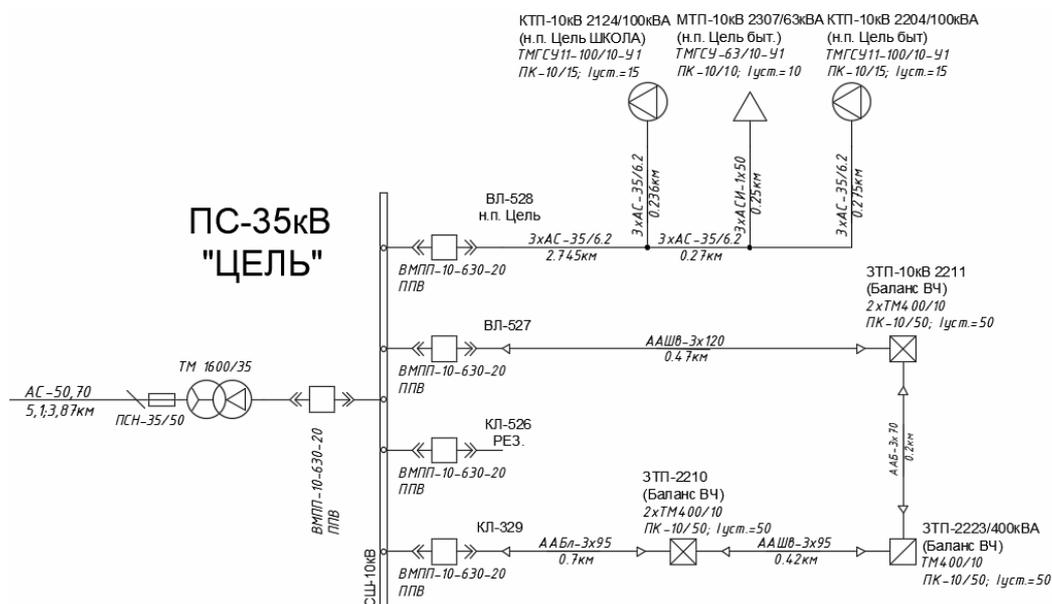


Рис. 1. Схема электрической сети ПС 35 кВ «Цель» и населенного пункта Цель



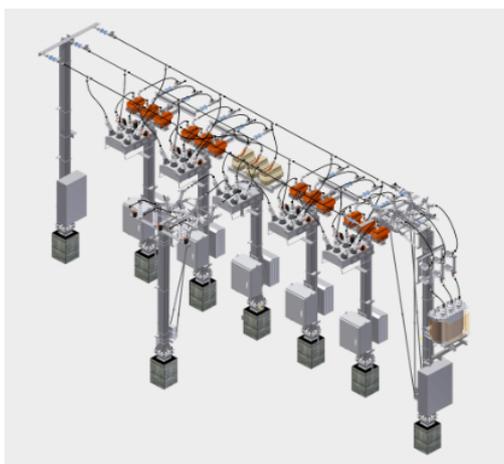
Рис. 2. График нагрузки за 2022 г. по данным АСКУЭ на вводном выключателе ПС 35 кВ «Цель»

Учитывая совокупность всех сложившихся факторов, делаем вывод, что данная электрическая сеть нуждается в реконструкции в связи с завершением срока эксплуатации установленного электрооборудования, снижением потребляемой мощности в данном энергорайоне и не соблюдением критериев надежного электроснабжения потребителей 2 категории.

На рассмотрение выносится предложение по реконструкции электрической сети населенного пункта Цель с переводом ПС «Цель» на напряжение 10 кВ. При этом предлагается полностью демонтировать оборудование 35 кВ, в том числе и ВЛ 35 кВ «Цель» в связи с окончанием срока эксплуатации, имеющееся ЗРУ 10 кВ также подлежит демонтажу. Необходимо проложить к территории ПС 35 кВ «Цель» ВЛП 10 кВ и КЛ 10 кВ в целях обеспечения надежности электроснабжения от ПС 220 кВ «Лапичи» по имеющейся просеке и смонтировать новое распределительное устройство 10 кВ на территории ПС 35 кВ «Цель».

Новое распределительное устройство 10 кВ на территории действующей подстанции предлагается выполнить открытого типа с применением защитных коммутационных аппаратов типа реклоузера.

Открытое распределительное устройство (ОРУ) на реклоузерах – комплексное решение, которое включает само оборудование, необходимые металлоконструкции и материалы для монтажа. ОРУ представляет собой набор типовых узлов, с помощью которых реализуются стандартная функциональность для ввода и отходящих линий рис. 3. Решение выбора ОРУ на базе реклоузеров снизит капитальные затраты на 10–30 % при этом операционные затраты будут минимальны, так как применяемые в составе решения реклоузеры являются надежным и необслуживаемым оборудованием, заслужившим доверие энергетиков Республики Беларусь. Возможность реализации нескольких вводных линий и секционирования отходящих фидеров существенно повысит надежность электроснабжения потребителя при малых капитальных затратах. Помимо стандартных функций реклоузера в ОРУ будут реализованы системы собственных нужд, коммерческого учета электроэнергии, сбора и передачи данных. Высокий уровень заводской готовности данного решения, применение *PnP*-инжиниринга и простота монтажа позволят максимально оптимизировать сроки и ресурсы выполнения реконструкции электрической сети населенного пункта Цель.



а)



б)

Рис. 3. Пример проектной модели (а) и реализованного ОРУ (б) выполненного на базе реклоузеров

Преимущества аналогичных решений были подтверждены при реализации проекта реконструкции ПС 35/6 (10) «Уш-шоқы» АО «Жезказганской распределительной электросетевой компании» в Казахстане, реализованных ООО «Таврида Элек-

трик». В ходе проекта было отмечено, что решение ОРУ на реклоузерах отличается от КРУН малой металло- и материалоемкостью, а также минимальным количеством кабельных связей вторичных цепей.

Резюмируя все вышесказанное, приходим к выводу, что ПС 35кВ «Цель» необходимо перевести на напряжение 10 кВ на основании концепции развития электрогенерирующих мощностей и электрических сетей на период до 2030 года, в связи с низкой энергонагруженностью подстанции ($P_{\text{ср}} = 108$ кВт), техническому и моральному устареванию оборудования, а также наличием подходящих условий действующей электрической сети. Перевод на напряжение 10 кВ на данной ПС необходимо выполнить с сооружением 2 линий 10 кВ для создания условий надежного электроснабжения потребителей. Запитать ПС 35 кВ «Цель» необходимо с секций 10 кВ ПС 220 кВ «Липичи» (8,97 км). Также следует реализовать компактное ОРУ 10 кВ на территории ПС 35 кВ «Цель» на базе реклоузеров 10 кВ так как это решение отвечает высоким требованиям надежности, функциональности и безопасности, предъявляемым к современным распределительным устройствам и по совокупным показателям превосходит распространенные решения с применением КРУН.

КОНДЕНСАЦИОННЫЕ ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРЫ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

А. А. Ковальчук

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель А. В. Овсянник

Повышение эффективности использования топлива при производстве электроэнергии и тепла может быть достигнуто путем внедрения конденсационных теплоутилизаторов (КТУ), с их помощью можно использовать низкопотенциальное тепло уходящих дымовых газов. При охлаждении в КТУ дымовых газов ниже температуры точки росы содержащихся в них водяных паров можно дополнительно получить до 12–15 % рекуперации тепла, которое может быть направлено на подогрев обратной сетевой воды в теплосети. Наиболее эффективно применять КТУ в котлах, сжигающих топливо, в продуктах сгорания которого содержится большое количество водяных паров, таких как природный газ и биотопливо. Приведены различные решения, позволяющие обеспечить высокую степень утилизации в КТУ тепла при конденсации водных паров. Представлены КТУ с предварительным подогревом и увлажнением воздуха, подаваемого в котел.

Ключевые слова: конденсационный теплоутилизатор, низкопотенциальное тепло, биотопливо, природный газ, КПД, уходящие дымовые газы.

Благодаря уменьшению температуры дымовых газов ниже температуры точки росы обеспечивается частичная конденсация водяных паров, находящихся в составе уходящих газов. Это тепло далее полезно направляется для подогрева обратной сетевой и подпиточной воды или подогрева воздуха, подаваемого на горение. Поэтому наибольший эффект при применении КТУ достигается в котлах, сжигающих топлива, в продуктах сгорания которых содержится наибольшее количество водяных паров. В этом случае эффективность утилизации низкопотенциального тепла может достигать 15 % при сжигании природного газа и 25 % – при сжигании биотоплива (древесная щепа, дрова, солома).

Принципиальная схема установки глубокой утилизации тепла влажных газов в КТУ с байпасированием части влажных газов в упрощенном виде (рис. 1). Основной