

ГИБКИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ КОМПЕНСИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УДАЛЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

М.Ю. Федорова, Ю.И. Хохлов

Современный этап развития нефтегазодобывающего комплекса характеризуется возрастающим применением частотного электропривода переменного тока [1]. Однако, несмотря на известные существенные достоинства по сравнению с тиристорным приводом постоянного тока, при его использовании остается ряд серьезных проблем, связанных с необходимостью компенсации в системах электроснабжения (СЭС) буровых установок пассивных составляющих полной мощности, а, следовательно, и с дальнейшим повышением энергоэффективности комплекса. Это обусловлено тем, что связь буровых с понижающими подстанциями осуществляется по достаточно протяженным воздушным линиям электропередач (ЛЭП), имеющим большие активное и индуктивное сопротивления. Падения напряжения в таких линиях приводят к недопустимым колебаниям, отклонениям и искажениям напряжения на потребителях буровых. Для решения указанных проблем предлагается применить некоторые принципы, используемые при построении гибких ЛЭП переменного тока.

На рис. 1 представлена принципиальная схема СЭС [2], разрабатываемой в соответствии с техническими требованиями ОАО «Сургутнефтегаз». Электроснабжение буровой осуществляется от питающей сети напряжением 35 кВ через промежуточную подстанцию 35/6 кВ с трансформатором Т1 и ЛЭП с напряжением 6 кВ. В конце линии к распределительному устройству с напряжением 6 кВ посредством трехобмоточного трансформатора Т2, компенсирующего устройства КУ и диодных выпрямительных мостов 1 и 2 подключено распределительное устройство постоянного тока 3. От шин постоянного тока 3 через автономные инверторы напряжения 4–7 питают-

ся двигатели буровых насосов МН1 и МН2, двигатели цементировочных насосов МЦН1 и МЦН2, двигатель буровой лебедки МЛ, двигатель роторного ствола МР и двигатель верхнего привода МВП. Кроме того, к шинам постоянного тока 3 через тиристорные ключи 8 и 9 подключены тормозные резисторы 10 и 11. Для нормализации гармонического состава напряжения на входе трансформатора Т2 включен пассивный фильтр одиннадцатой гармоники с параметрами, выбранными из условия минимальной установленной мощности. При большой длине ЛЭП для компенсации активной составляющей падения напряжения в начале или в промежуточной точке ЛЭП может быть включено корректирующее устройство автотрансформаторного типа АТ.

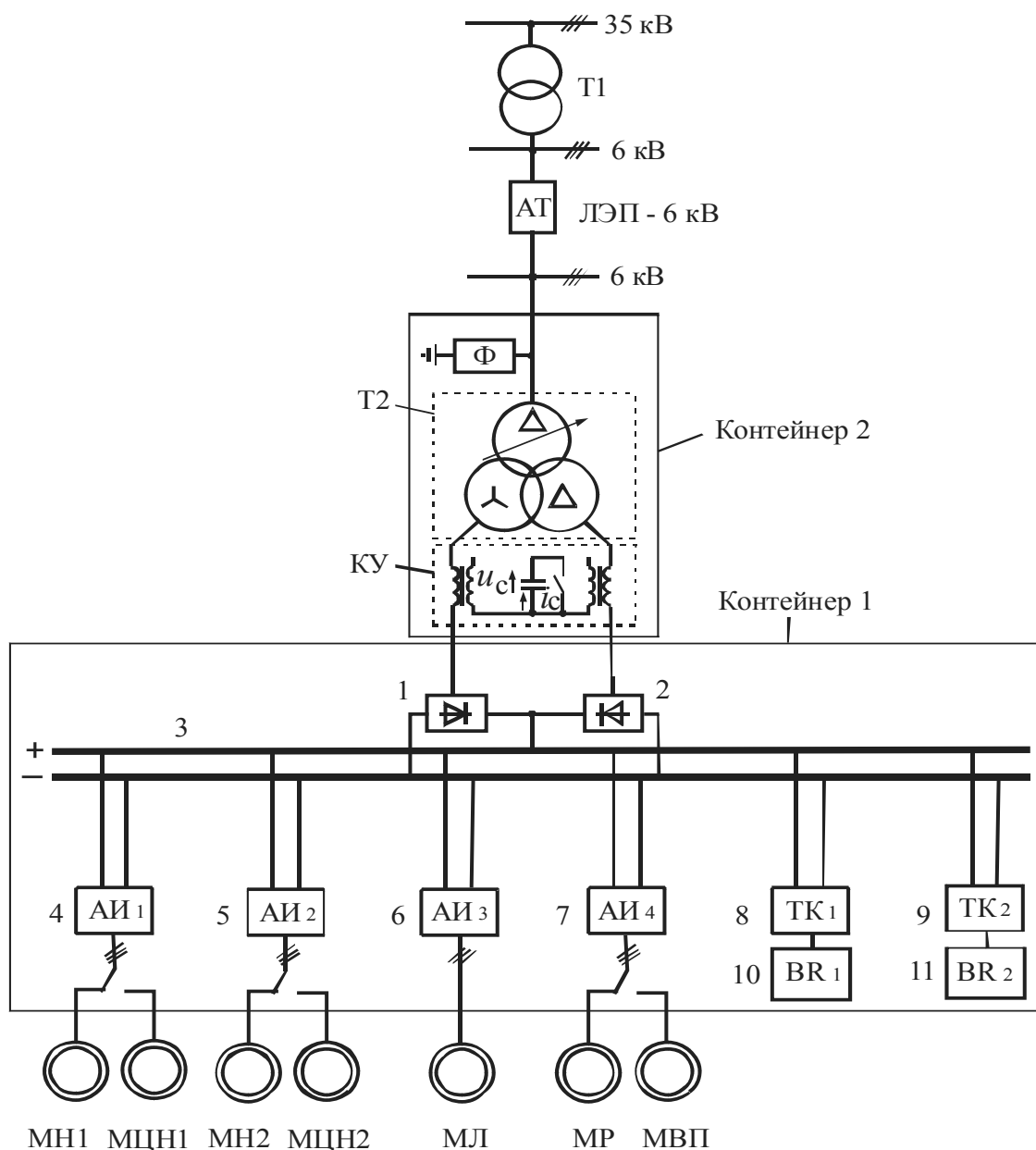


Рис. 1. Принципиальная схема компенсированной системы электроснабжения основного оборудования буровой установки

На основе аналитических исследований разработана методика расчета компенсированного выпрямительного агрегата [3] и в пакете MATLAB выполнено моделирование СЭС. В качестве примера на рис. 2 и 3 приведены результаты моделирования для случая, когда длина ЛЭП без АТ составляет 12 км. Временные диаграммы на рис. 2 отвечают некомпенсированной, а на рис. 3 – компенсированной СЭС. На этих рисунках толстыми линиями показаны диаграммы токов, а тонкими – диаграммы напряжений. Причем на рис. 2 и 3: а – напряжение и ток на входе ЛЭП; б – то же на выходе ЛЭП; с – напряжение и ток на вентиле выпрямительных мостов; е – напряжение и ток на шинах распределительного устройства 3. Кроме того, на рис. 3, d приведены диаграммы тока и напряжения на конденсаторной батарее КУ.

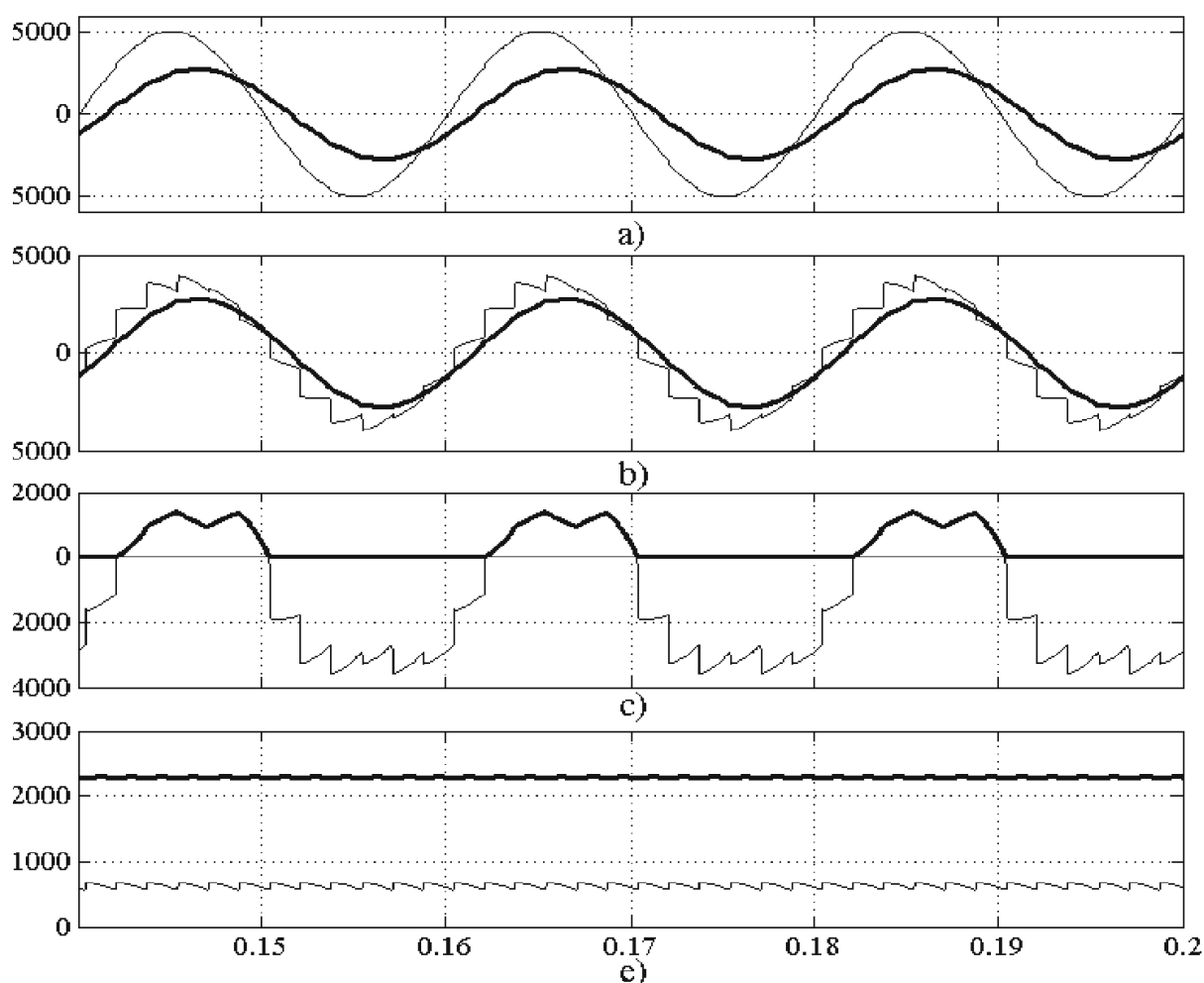


Рис. 2. Временные диаграммы напряжений и токов в СЭС без компенсирующего устройства и фильтра

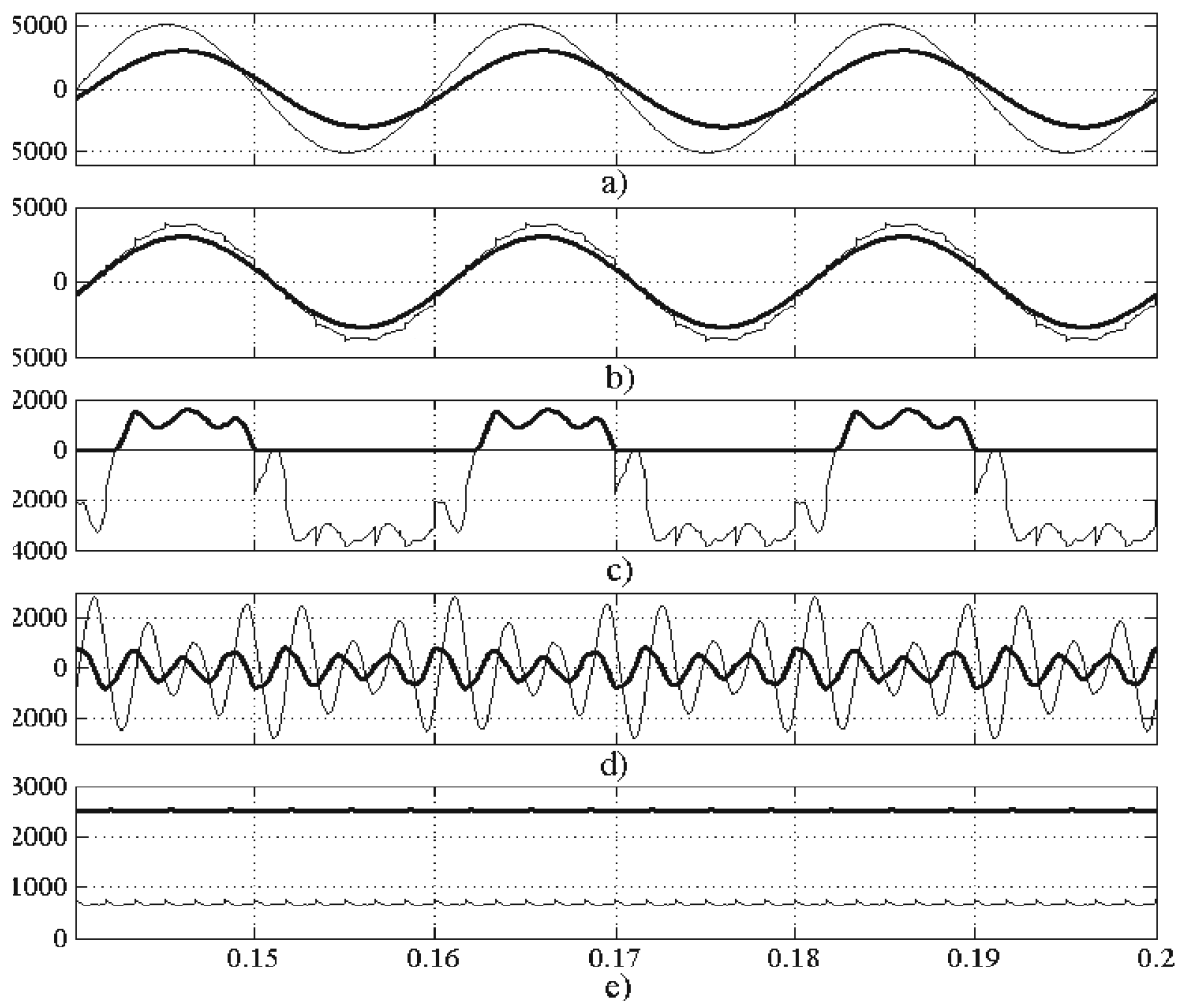


Рис. 3. Временные диаграммы напряжений и токов в СЭС с компенсирующим устройством и фильтром

Из представленных диаграмм и работы [3] следует, что применением характерных для гибких ЛЭП принципов последовательной компенсации реактивной мощности и регулирования входного напряжения, а также специального фильтра одиннадцатой гармоники обеспечивается:

- полная компенсация реактивной мощности на выходе ЛЭП (рис. 2, b и 3, b) и нормируемый уровень ее потребления на входе ЛЭП (рис. 2, a и 3, a);
- нормализация качества электрической энергии у потребителя (рис. 2, b и 3, b);
- повышение и стабилизация выходного постоянного напряжения и соответственно активной мощности на шинах распределительного устройства 3, что создает возможность проведение буровых работ на большем расстоянии от понизительной подстанции;
- саморегулирование реактивной мощности потребителя, что исключает режимы ее недо- и перекомпенсации;
- высокая эффективность использования компенсирующего устройства за счет работы на частотах 250 и 350 Гц (рис. 3,d) и минимальная установ-

ленная мощность фильтра, решающего, в основном, только проблему компенсации мощности искажения.

По проведенным исследованиям совместно ОАО «Энергомаш» и НТЦ «Приводная техника» ведется разработка конструкторских и дизайнерских решений компенсированной СЭС буровых установок [4].

Библиографический список

1. Чупин, С.А. Современные системы управления механизмами буровых установок российского производства / С.А. Чупин, И.А. Захаров // Энергетика тюменского региона. – 2008. – № 1. – С. 61–64.

2. Пат. 2400917 Российская Федерация. Компенсированная система электропитания разночастотных потребителей электрической энергии / Ю.И. Хохлов, М.Ю. Федорова, С.А.Чупин // Бюл. изобр. – 2010. – № 27.

3. Хохлов, Ю.И. Методика расчета и направления разработки дизайна компенсированного выпрямительного агрегата для системы электроснабжения буровой установки нефтегазодобывающего комплекса / Ю.И. Хохлов, М.Ю. Федорова, С.Г. Шабиев // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». – 2010. – Вып. 13. – № 14. – С. 4–10.

4. Хохлов, Ю.И. Проблемы разработки дизайна компенсирующего и корректирующего оборудования систем электроснабжения удаленных буровых установок нефтегазодобывающего комплекса / Ю.И. Хохлов, С.Г. Шабиев, М.Ю. Федорова // Проблемы архитектуры, градостроительства и дизайна (наука и практика): материалы первой Междунар. науч. конф. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – С. 219–228.