

до  $750 \text{ кВ}\cdot\text{А} - 1580,2 \text{ руб/кВт}\cdot\text{ч}$  и с присоединённой мощностью  $750 \text{ кВ}\cdot\text{А}$  и выше –  $139207,3 \text{ руб/кВт}$  в месяц и дополнительную за потреблённую электроэнергию  $1237,2 \text{ руб/кВт}\cdot\text{ч}$ .

Стоимость тепловой энергии для населения (ЖКХ)  $96424 \text{ руб/Гкал}$ , для промышленных потребителей –  $523558 \text{ руб/Гкал}$ . Учитывая, что  $1 \text{ Гкал} = 1163 \text{ кВт}$ , а тепловая насосная установка имеет коэффициент преобразования  $\varphi_e \approx 4,5$ , получается, что применение ТНУ для ЖКХ при наличии теплосети экономически нецелесообразно. Применение ТНУ для промышленных потребителей также неэкономично. С экономической точки зрения применение ТНУ возможно только для промышленных потребителей с присоединённой мощностью до  $750 \text{ кВ}\cdot\text{А}$ .

Однако следует учесть, что на предстоящей 21-й всемирной конференции ООН по изменению климата (30.11.2015–11.12.2015) все страны должны будут договориться о мерах по ограничению повышения температуры двумя градусами Цельсия, тем самым затормозив, насколько возможно, глобальное потепление, и следовательно, будут остановлены пагубные процессы для природы. Поэтому применение ТНУ с экологической точки зрения целесообразно, поскольку приводит к снижению выбросов парниковых газов, а значит, внедрению ТНУ в Республике Беларусь может быть обеспечена поддержка со стороны так называемого «Зеленого фонда» как развивающейся стране, испытывающей экономические трудности «переходного периода».

УДК 622.23.08

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИИ В ЧЕТЫРЁХКВАДРАНТНОМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕ

*Д. Н. РАКОВ, В. Н. ГАЛУШКО, В. А. ЗАГОРЦЕВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Для обеспечения перевозок на электрифицированных железных дорогах необходима замена существующего парка электровозов ВЛ-80 на новые электровозы, позволяющие реализовать более высокие скорости и рекуперативное торможение. Электровозы нового поколения в нашей стране эксплуатируются относительно недавно, и новым в данной работе является оценка их тяговых свойств за счет регулирования выходного напряжения.

Преобразовательные установки предназначены для преобразования электрического тока из переменного в постоянный (выпрямители), из постоянного в переменный (инверторы), из переменного одной частоты в переменный другой частоты (преобразователи частоты). Процесс преобразования может происходить одновременно с регулированием напряжения. На электровозах переменного тока нашли широкое применение выпрямители, однако в последнее время благодаря широкому распространению управляемых полупроводниковых вентилей, применяются управляемые преобразователи с регулированием частоты выходного напряжения и возможностью регулирования режима рекуперативного торможения. Необходимость в преобразователях на подвижном составе переменного тока обусловлена, прежде всего, применением тяговых двигателей переменного тока (электровоз БКГ-1), в то время как в контактной сети напряжение  $25 \text{ кВ}$  и частотой  $50 \text{ Гц}$ . Поэтому на электровозах устанавливают оборудование, которое в тяговом режиме снижает это напряжение до уровня, допустимого для тяговых двигателей, а также позволяет регулировать частоту выходного напряжения для изменения скорости вращения роторов.

Использование четырёхквadrантного преобразователя в качестве выпрямителя для звена постоянного тока является наиболее эффективной формой построения систем управления электрическим подвижным составом переменного тока. К электрическому подвижному составу, использующему такой принцип, относятся: ЭП10, ЭП20, электропоезд «Сапсан», грузовые электровозы серии БКГ-1 и другие современные зарубежные ЭПС.

Цель исследования:

- изучить устройство и типы преобразовательных установок, а также принцип работы четырёхквadrантного преобразователя электровоза БКГ-1;
- проанализировать работу преобразователя в условиях использования метода широтно-импульсной модуляции;
- проанализировать эффективность работы четырёхквadrантного преобразователя;

В настоящее время рассматривается возможность применения метода широтно-импульсной модуляции в работе четырёхквadrантного преобразователя MTRAC TC 3300 ACV07. Данный преобразователь установлен на новых грузовых электровозах БКГ-1, эксплуатируемых на Белорусской железной дороге. В задачу данного преобразователя входит поддержание стабильного среднего напряжения 2150 В в промежуточном звене тягового преобразователя, независимо от величины напряжения в контактной сети и текущей реализуемой тяговой или тормозной мощности. В любом режиме работы тягового преобразователя его управление построено на недопущении отклонения потоков энергии. Подсистема управления четырёхквadrантного преобразователя всегда автоматически обеспечивает равномерное распределение нагрузок между двумя выпрямителями, параллельно питающими промежуточное звено. Этим обеспечивается оптимальный тепловой режим работы силовых модулей преобразователя и вторичных обмоток тягового трансформатора.

Сформулируем следующие достоинства четырехквadrантных преобразователей:

- при использовании метода ШИМ сокращаются потери мощности преобразователя в режиме тяги;
- уменьшаются значения коэффициентов мощности гармоник тока высшего порядка.

В результате работы было выявлено, что использование метода ШИМ на входе четырехквadrантного преобразователя в определенной степени улучшает его работу и качество выпрямленного напряжения, а также снижает коэффициенты гармоник тока высшего порядка, что положительно сказывается на работе асинхронного тягового двигателя и преобразовательной установки в целом.

УДК 628.114

## АНАЛИЗ СООРУЖЕНИЙ ПО ОЧИСТКЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

В. И. РОМАНОВСКИЙ

*Белорусский государственный технологический университет, г. Минск,*

В. Л. ГРУЗИНОВА

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Одной из причин появления в природной воде органических веществ является ее загрязнение производственными сточными водами, возникающее в результате несоблюдения требований к качеству очистки сточных вод. Наиболее опасным для гидросферы загрязняющим веществом являются нефтепродукты. Загрязнение поверхностных сточных вод нефтепродуктами происходит при переливании нефти из емкостей, при очистке цистерн от мазута, а также при утечках топлива на складах и хранилищах горюче-смазочных материалов.

В работе представлен краткий анализ результатов обследования очистных сооружений поверхностного стока локомотивных депо и автозаправочных станций (АЗС) Республики Беларусь, показывающий актуальность в разработке новых и совершенствовании существующих способов очистки поверхностного стока.

Анализ работы действующих локальных очистных сооружений АЗС дочерних предприятий РУП «ПО «Беларуснефть», использующих оборудование фирм FORTEX, ORL, TRAI DENIS, LAB-KO для очистки дождевых сточных вод, представлен на рисунке 1.

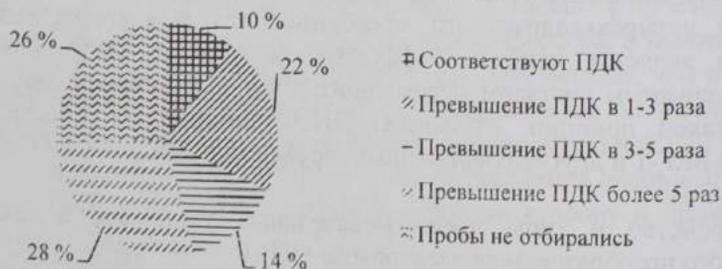


Рисунок 1 – Анализ эффективности работы локальных очистных сооружений на АЗС в Республике Беларусь