

ВЭУ должны располагаться на таком расстоянии от жилых домов, чтобы шум не превышал допустимые нормы; уровень шума работающей ВЭУ до 45 дБ в дневное время, 35 дБ ночью.

Данное расстояние по результатам исследований должно составлять примерно 300 м.

Таким образом, можно сделать вывод, что в нашей стране развитие ветроэнергетики является не только возможным, но и экономически целесообразным направлением развития энергетики.

Литература

1. Лаврентьев, Н.А., Жуков, Д.Д. Белорусская ветроэнергетика – реалии и перспективы // Энергия и менеджмент. – 2002. – № 3. – С. 12–17.
2. Методические указания по обоснованию и разработке схемы размещения площадок под ветроэнергетические установки на территории Республики Беларусь / НИР № 12488. Руководитель к.т.н. Пекелис В.Г. – Минск: НИПИ «Белэнергопроект», 1995
3. Формирование информационного банка данных по ветроэнергетическому потенциалу в зонах предполагаемого внедрения ветроустановок / НИР № 06.4.1. Руководитель к.т.н. Шадурский Г.П.; ГНТП тема «Жилищно-коммунальное хозяйство». – Минск: НПП «Ветромаш», 1998.
4. Сергеев, Г.С. Современный ветропарк: аргументов против почти не осталось // Чистая энергия. – 2006. – № 1. – С. 26–29.

УДК 621.313.2:629.113.62

КРИВЫЕ НАМАГНИЧИВАНИЯ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ И ИХ АППРОКСИМАЦИЯ

Равино В.В., Сацукевич В.Н., Галямов П.М.

Введение. Динамическая нагруженность трансмиссий троллейбусов в значительной степени определяется характером протекания переходного процесса трогания.

За весь пробег троллейбуса до списания, установленный в 600 тыс. км, процессы трогания повторяются более $6 \cdot 10^5$ раз. При этом в трансмиссии возникают динамические нагрузки, приводящие к снижению срока службы зубчатых колес главной передачи троллейбуса, средний срок службы которых для троллейбуса модели ЗИУ-9В составляет 45 тыс. км [1]. Таким образом, в существующих троллейбусах процесс трогания протекает неудовлетворительно с точки зрения динамической нагруженности трансмиссии и нуждается в корректировке.

Постановка задачи. Характер переходного процесса в силовом агрегате автотранспортных средств определяется характеристиками двигателя и системы управления им [2]. Следовательно, снижать динамическую нагруженность трансмиссии троллейбуса при трогании возможно путем синтеза рациональных законов управления крутящим моментом тягового электродвигателя в этот период. Решением поставленной задачи могла бы стать система автоматического управления крутящим моментом тягового электродвигателя, однако она сложна в реализации. Поэтому на троллейбусах используют электропривод с обратной связью по току якоря тягового электродвигателя. При этом автоматически поддерживается ток якоря тягового электродвигателя на заданном уровне при изменении скорости троллейбуса с нуля вплоть до выхода тягового электродвигателя на естественную характеристику за счет увеличения напряжения, подводимого к якорной цепи. Т. к. в этот период разгона троллейбуса выбирается окружной люфт трансмиссии, то для исследования переходного процесса трогания доста-

точно ограничиться рассмотрением процессов, происходящих до выхода тягового электродвигателя на естественную характеристику, и не рассматривать последующее ослабление поля. На этом этапе разгона водитель имеет возможность задать любой пусковой ток, а также темп его нарастания [3]. При недостаточной квалификации водителя возможно скачкообразное задание максимального тока и резкий рывок троллейбуса. Поэтому на современных троллейбусах сигнал с датчика положения ходовой педали подается на систему автоматического регулирования тока якоря через задатчик интенсивности, который формирует необходимую плавность движения троллейбуса за счет формирования линейного закона нарастания тока якоря тягового электродвигателя при разгоне до значения, заданного водителем [4]. Но линейная характеристика задатчика интенсивности не является оптимальной с точки зрения процесса выборки окружного люфта при трогании, т. к. при этом по мере роста окружного люфта трансмиссии растет крутящий момент двигателя, при котором люфт выбирается, что увеличивает динамическую нагруженность трансмиссии по мере ее эксплуатационного износа.

Поиск оптимальных законов нарастания тока якоря тягового электродвигателя целесообразно вести на комплексной математической модели «система управления – двигатель – трансмиссия», где система управления моделируется как источник тока, ток которого нарастает при трогании в соответствии с характеристикой задатчика интенсивности. Поскольку при разгоне троллейбуса с нуля до естественной характеристики тягового электродвигателя ток якоря и крутящий момент последнего увеличиваются монотонно, то моделирование выполняется без учета гистерезисных явлений в магнитной системе, а связь между магнитным потоком и током возбуждения представляется посредством кривой намагничивания, а не полной петли гистерезиса.

В литературе кривые намагничивания тяговых электродвигателей приводят в графической форме. На рисунке 1 [5] показаны кривые намагничивания тяговых электродвигателей электропоезда (1), автомобиля БелАЗ с электротрансмиссией (2) и троллейбуса (3).

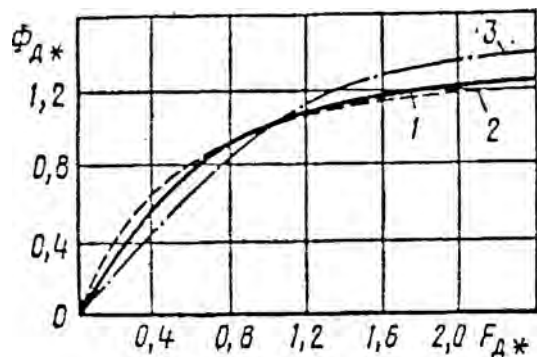


Рисунок 1. Кривые намагничивания

Однако для компьютерного моделирования динамики троллейбуса кривую намагничивания необходимо представить в аналитическом виде. При этом наибольшие затруднения вызывает перевод графически заданных кривых в табличную форму.

Аппроксимация кривой намагничивания осуществлялась с помощью программного пакета GetData, где автоматически были получены координаты ста точек графика. Затем эта зависимость аппроксимировалась с помощью пакета Advanced Grapher, где также рассчитывался критерий R^2 , характеризующий степень близости табличной и функциональной кривых. Было установлено, что наиболее точную аппроксимацию ($R^2 = 0,999$) дает полином шестой степени вида

$$\Phi^* = -0,0291693(F^*)^6 + 0,19309(F^*)^5 - 0,404478(F^*)^4 + \\ + 0,230369(F^*)^3 - 0,177845(F^*)^2 + 1,19443F^*.$$

Приведенное выражение использовалось при моделировании работы тягового электродвигателя при трогании. На основе математической модели синтезирован закон управления крутящим моментом тягового электродвигателя троллейбуса при трогании, обеспечивающий уменьшение максимального динамического момента в трансмиссии на 10–20 % по сравнению с существующим в зависимости от величины ее окружного люфта.

Литература

1. Карманов, К.Н. Диагностирование ведущих мостов троллейбусов ЗИУ–9В // Автомобильная промышленность. – 1999. – № 12. – С. 18–19.
2. Захарик, Ан.М., Захарик, Ю.М. Многоструктурный закон управления трансмиссией автотранспортных средств // Вестник машиностроения. – 2007. – № 3. – С. 41–44.
3. Ефремов, И.С., Косарев, Г.В. Теория и расчет троллейбусов (электрическое оборудование): в 2 ч. Ч. 2. – М.: Высшая школа, 1981. – 248 с.
4. Бычко, О.В. Белорусский троллейбус – новые технические решения // Металл-инфо. – 2005. – № 11. – С. 28–30.
5. Электрические трансмиссии пневмоколесных транспортных средств / И.С. Ефремов [и др.]. – М.: Энергия, 1976. – 256 с.

УДК 621.311.16

ВОПРОСЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ 6–10/0,4 КВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Трушников А.Л.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент РАДКЕВИЧ В.Н.

Одним из способов снижения потерь активной мощности и электроэнергии в силовых трансформаторах напряжением 6–10/0,4 кВ систем электроснабжения (СЭС) промышленных предприятий является отключение части малозагруженных трансформаторов в периоды снижения электрической нагрузки. Однако помимо величины нагрузки при этом следует учитывать ряд дополнительных параметров.

Организацию постоянного контроля и управления работой трансформаторных подстанций (ТП) промышленных предприятий можно осуществлять двумя путями: расширением функциональных обязанностей персонала энергетических служб, что может потребовать привлечения дополнительных работников, или внедрением автоматизированной системы управления работой трансформаторных подстанций. На наш взгляд, более предпочтительным является второй путь. В таком случае целесообразно использовать систему автоматизации на базе промышленного компьютера, на котором постоянно будет исполняться управляющая программа, реализующая алгоритм управления количеством включенных в работу трансформаторов.

Применение уже установленных микропроцессорных устройств защиты активно способствует внедрению на практике описанного способа снижения потерь активной мощности и энергии, так как эти устройства содержат в себе функции измерения токов и напряжений, а некоторые даже температуры. Устройства имеют мощные коммуникационные способности, вследствие чего можно их использовать как часть программно-аппаратного управляющего комплекса, предназначенного для автоматизации управле-