

ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ АГРАРЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**ІЗДЕНІСТЕР,
НӘТИЖЕЛЕР** **№ 1** **ИССЛЕДОВАНИЯ,
РЕЗУЛЬТАТЫ**
2015

№1-3

ТОҚСАН САЙЫН
ШЫҒАРЫЛАТЫН
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ,
ВЫПУСКАЕМЫЙ
ЕЖЕКВАРТАЛЬНО

1999 ж. ШЫҒА
БАСТАДЫ

ИЗДАЕТСЯ
С 1999 г.

- ВЕТЕРИНАРИЯ И ЖИВОТНОВОДСТВО
- ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, АГРОХИМИЯ, КОРМОПРОИЗВОДСТВО,
АГРОЭКОЛОГИЯ, ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО
- МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
 - ПЕДАГОГИКА
 - ЭКОНОМИКА



АЛМАТЫ, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Алиев З.Қ., Оралбаев С.Ж., Сапарбаев Е.Т., Еремекбаев А.А. Ортадан тепкіш картоп сұрыптағыш қондырғының конструктивтік-технологиялық сұлбасын негіздеу	5
Алиев З.Қ., Оралбаев С.Ж., Сапарбаев Е.Т., Еремекбаев А.А. Картоп сұрыптаудың ресурсүнемдеуіш технологиясын негіздеу.....	12
Аргынова З.А., Илямов Х.М. Совершенствование комбайна для уборочной машины	18
Асет А., Төлбаев Ә. Сәбіз жинауға арналған құрылғының жұмыс режимі мен кейбір көрсеткіштерін негіздеу.....	22
Бактыбаева К. Жүйе ұғымы және құрылымы.....	29
Балабекова М.Ж., Саннева Г.Е.Основные подходы к обучению студентов объектно-ориентированному программированию и проектированию.....	33
Бегасилова А.Е, Тенгаева А.А. Rational rose құралында ақпараттық жүйелерді жобалау.....	37
Даулетов Е.С.Устройство проездов в завалах обрушение и укрепление конструкций зданий и элементов завала.....	42
Ертілеуова Ә., Нұржан Д.Ж., Абдрашев Ж.Қ. Автомобильдердің тежегіш жүйесін тежегіш стендте сынау	49
Есімханов С.Б., Сапа В.Ю., Шыныбай Ж.С. Теоретические исследования переходных процессов в автономном электроприводе.....	55
Ильясова Г.У., Бектенов Н.А., Сейітханов Т.М. Мұнай өнімдерінің компоненттік құрамын ЯМР-спектроскопия әдісімен анықтау.....	60
Қадирова А.У., Скабаева Г.Н.Болашақ кәсіптік оқыту мамандарын дайындау үрдісінде инновациялық технологияларды қолдануды негіздеу.....	66
Капцевич В.М., Корнеева В.К., Закревский И.В.Медные кабельные отходы — сырье для производства прочных волоконных материалов.....	70
Қасымова Р., Дәрібаев Ж.Қалалық ортаның көлік шуы	77
Қасымова А.К., Қожамқұлова Ж.Ж., Самидинова А.А. Функциональная модель агробизнеса.....	83
Қожамқұлова Ж.Ж., Қасымова А.К., Саннева Г.Е.Использование мультимедийных технологий в высшем образовании.....	87
Королевич Н.Г., Оганезов И.А., Гургендзе И.И. Повышение эффективности использования торфа в АПК Республики Беларусь.....	91
Қазыбек Р., Байгелов Қ.Ж. Компьютерлік жүйелердің қорғанысын іске асыру модульдері.....	95
Қазыбек Р., Байгелов Қ.Ж. Шабуылдарды іске асыру үрдісін моделдеу және оның ықтималдылық параметрін бағалау.....	99
Марзуова М., Нуржан Д.Ж., Ундирбаев М.С., Абдрашев Ж.К.Технология уборки люцерны в крестьянских хозяйствах Юга Казахстана.....	104
Махашева Ж.Б., Төлбаев Ә.Ә. Сәбіз палетін жинауға арналған машиналардың жұмыс бөлігінің конструкциясы мен басты көрсеткіштерін негіздеу	110
Мукашева Р.Т., Умбеткулов Е.К.Сравнительный анализ методов расчета потерь электроэнергии в распределительных сетях 6-10 кв.....	119
Нысанбаева Р.О., Есенбаев С.Х., Юрченко В.В. Проведение поверочных работ	

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ
В АВТОНОМНОМ ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ**Аннотация**

Составлены дифференциальные уравнения синхронного генератора и асинхронного двигателя, а также уравнения связи, учитывающие параметры соединительных кабелей.

В относительных единицах составлены системы уравнений переходных процессов системы автономного электропривода, которые позволяют изучить динамику системы в различных режимах работы. При этом за переменную состояния принят ток.

Путем проведения численных экспериментов с помощью математической модели проведен анализ переходных процессов в системе электропривода. Моделирование показало работоспособность проектируемой системы автономного асинхронного электропривода.

Ключевые слова: автономный электропривод, переходные процессы, синхронный генератор, асинхронный двигатель, моделирование, математическая модель, дифференциальные уравнения.

Введение

В общем случае комплект электрифицированного ручного инструмента с автономным электроснабжением состоит из первичного двигателя внутреннего сгорания (ДВС), генератора электрической энергии приводимого от ДВС, аппаратуры управления и защиты, кабельной линии и собственно ручного инструмента с приводным двигателем.

В ходе работы системы электропривода в различных режимах работы, изменяются такие параметры системы, как ω - скорость, ток и напряжение, т.е. возникают переходные процессы, оказывающие непосредственное влияние на устойчивость системы. В общем случае, переходными режимами, оказывающими наибольшее влияние на устойчивость работы системы, являются пуск электродвигателя, особенно когда к генератору подключены несколько инструментов и их суммарная мощность соизмерима с мощностью генератора, и перегрузка двигателя в ходе выполнения технологической операции. Только в случае предварительного расчета переходных процессов в системе, можно с наименьшими затратами осуществить правильный выбор оборудования [1,2]. При этом необходимо учесть особенности конструкции электрических машин, падение напряжения в кабельной линии и электромагнитную инерцию индуктивностей в электрической цепи.

Материалы и методы исследований

Переходные процессы в системе электропривода целесообразно исследовать путем проведения численных экспериментов на вышеприведенной математической модели. Для решения дифференциальных уравнений использовалась программа «MathCAD».

Особенностью конструкции разработанного генератора является то, что индуктором является статор, а якорем ротор. Обмотка якоря соединена по схеме «звезда». На статоре, кроме обмотки возбуждения, расположена демпферная обмотка.

Уравнения приведены к системе координат с двумя осями (x, y) . Физически это означает переход к двухфазной машине с магнитными осями фазных обмоток сдвинутых на 90° эл. Соответствующая эквивалентная схема идеализированной двухфазной системы синхронный генератор – асинхронный двигатель приведена на рисунке 1.

В нашем случае целесообразно использовать систему осей вращающихся вместе с ротором, совместив ось x с продольной осью двухфазного ротора d , совпадающей с осью A исходной трехфазной обмотки. Поперечную ось обозначим через q [2].

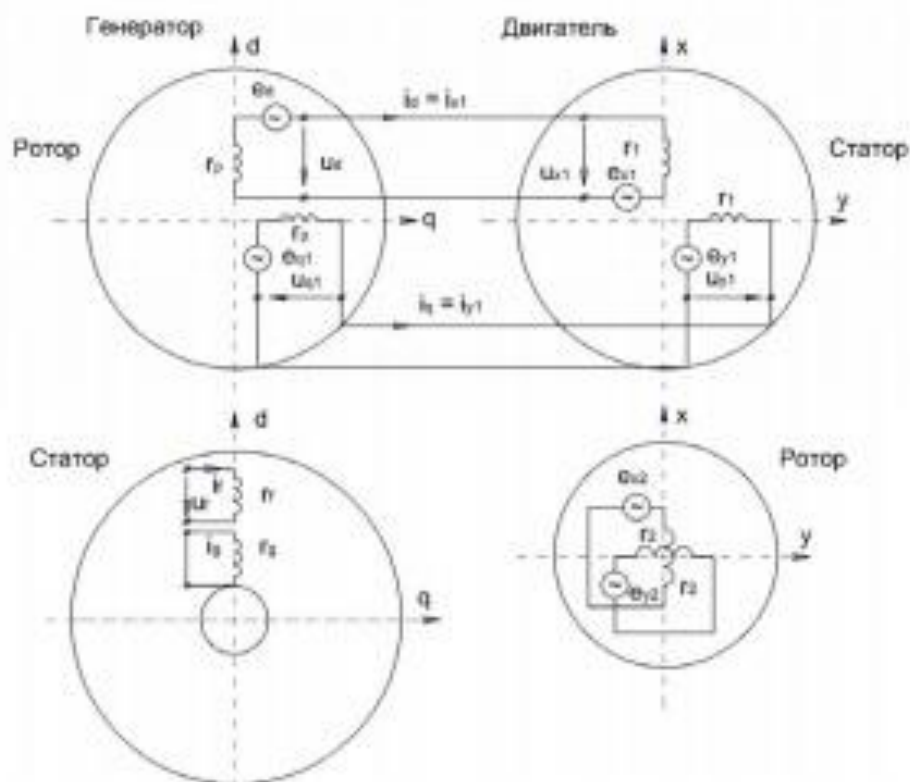


Рисунок 1 – Эквивалентная схема идеализированной двухфазной системы синхронный генератор – асинхронный двигатель

Уравнения системы автономного электропривода целесообразно записывать в относительных единицах. Переход к системе относительных единиц упрощает запись уравнений, облегчает вычисления и делает возможным сравнение результатов, получаемых для машин различной мощности [3].

Результаты исследований и их обсуждение

Дифференциальные уравнения синхронного генератора.

Уравнения напряжений синхронного генератора в относительных единицах

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\underline{\psi}_d}{d\tau} &= -\underline{u}_d - \underline{\omega} \cdot \underline{\psi}_q - \underline{r}_p \cdot \underline{i}_d; & \frac{d\underline{\psi}_q}{d\tau} &= -\underline{u}_q + \underline{\omega} \cdot \underline{\psi}_d - \underline{r}_p \cdot \underline{i}_q \\ \frac{d\underline{\psi}_f}{d\tau} &= \underline{u}_f - \underline{r}_f \cdot \underline{i}_f; & \frac{d\underline{\psi}_\delta}{d\tau} &= -\underline{r}_\delta \cdot \underline{i}_\delta \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$\text{где } \underline{U}_d = \frac{U_d}{U_6}; \quad \underline{U}_q = \frac{U_q}{U_6}; \quad \underline{\psi}_d = \frac{\psi_d}{\psi_6}; \quad \underline{\psi}_q = \frac{\psi_q}{\psi_6}; \quad \underline{\omega} = \frac{\omega}{\omega_6}; \quad \underline{i}_d = \frac{i_d}{I_6}; \quad \underline{i}_q = \frac{i_q}{I_6};$$

$$\underline{U}_f = \frac{U_f}{U_{f6}}$$

$$\underline{\psi}_f = \frac{\psi_f}{\psi_{\beta}}; \underline{\psi}_d = \frac{\psi_d}{\psi_{\alpha\beta}}; \underline{i}_f = \frac{i_f}{I_{\beta}}; \underline{i}_d = \frac{i_d}{I_{\alpha\beta}}; \underline{r}_r = \frac{r_r}{Z_6}; \underline{r}_f = \frac{r_f}{Z_{\beta}}; \underline{r}_d = \frac{r_d}{Z_{\alpha\beta}}$$

Потокоосцепления в относительных единицах

$$\left. \begin{aligned} \underline{\psi}_d &= \underline{L}_d \cdot \underline{i}_d + \underline{M}_{df} \cdot \underline{i}_f + \underline{M}_{d\beta} \cdot \underline{i}_\beta; \underline{\psi}_q = \underline{L}_q \cdot \underline{i}_q; \\ \underline{\psi}_f &= \underline{M}_{df} \cdot \underline{i}_d + \underline{L}_f \cdot \underline{i}_f + \underline{M}_{f\beta} \cdot \underline{i}_\beta; \underline{\psi}_\beta = \underline{M}_{d\beta} \cdot \underline{i}_d + \underline{M}_{f\beta} \cdot \underline{i}_f + \underline{L}_\beta \cdot \underline{i}_\beta \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

$$\text{где } \underline{M}_{df} = \frac{M_{df}}{L_6 K_f}; \underline{M}_{d\beta} = \frac{M_{d\beta}}{L_6 K_d}; \underline{M}_{f\beta} = \frac{M_{f\beta}}{L_6 K_d K_f}; \underline{L}_d = \frac{L_d}{L_6 K_d^2}; \underline{L}_f = \frac{L_f}{L_6 K_f^2};$$

$$\underline{L}_d = \frac{L_d}{L_6}; \underline{L}_q = \frac{L_q}{L_6};$$

Уравнения (1) и (2) есть совместные уравнения синхронного генератора в относительных единицах.

Дифференциальные уравнения асинхронного двигателя.

Для исследования работы системы синхронный генератор – асинхронный двигатель, уравнения двигателя запишем в системе координат x, y вращающегося относительно статора со скоростью ω ротора генератора, что упрощает расчеты (Рисунок 1).

Уравнения напряжений, электромагнитного момента и уравнение движения асинхронного двигателя в относительных единицах [3-5]

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\underline{\psi}_x}{d\tau} &= \underline{u}_x - \underline{\omega} \cdot \underline{\psi}_{y1} - \underline{r}_1 \cdot \underline{i}_{x1}; \frac{d\underline{\psi}_{\alpha 2}}{d\tau} = (\underline{\omega} - \underline{\omega}_d) \underline{\psi}_{\alpha 2} - \underline{r}_2 \cdot \underline{i}_{\alpha 2}; \\ \frac{d\underline{\psi}_y}{d\tau} &= \underline{u}_y + \underline{\omega} \cdot \underline{\psi}_{x1} - \underline{r}_1 \cdot \underline{i}_{y1}; \frac{d\underline{\psi}_{\beta 2}}{d\tau} = (\underline{\omega} - \underline{\omega}_d) \underline{\psi}_{\beta 2} - \underline{r}_2 \cdot \underline{i}_{\beta 2}; \\ \frac{d\underline{\psi}_{\gamma 2}}{d\tau} &= (\underline{\omega} - \underline{\omega}_d) \underline{\psi}_{\gamma 2} - \underline{r}_2 \cdot \underline{i}_{\gamma 2}; \underline{i}_{\beta d} = \frac{1}{\underline{\omega}} \cdot \frac{\partial}{\partial \mu} \cdot (i_{x1} \cdot i_{\beta 2} - i_{x2} \cdot i_{\beta 1}) \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

$$\underline{M}_d - \underline{M}_c = H_{\mu} \frac{d\underline{\omega}_d}{d\tau}$$

$$\underline{U}_x = \frac{U_x}{U_6}; \underline{U}_y = \frac{U_y}{U_6}; \underline{\psi}_x = \frac{\psi_x}{\psi_6}; \underline{\psi}_y = \frac{\psi_y}{\psi_6}; \underline{i}_{x1} = \frac{i_{x1}}{I_6};$$

где

$$\underline{i}_{y1} = \frac{i_{y1}}{I_6}; \underline{r}_1 = \frac{r_1}{Z_6}; \underline{\psi}_{x2} = \frac{\psi_{x2}}{\psi_6}; \underline{\psi}_{y2} = \frac{\psi_{y2}}{\psi_6}; \underline{i}_{x2} = \frac{i_{x2}}{I_6};$$

$$\underline{i}_{y2} = \frac{i_{y2}}{I_6}; \underline{\omega}_d = \frac{\omega_d}{\omega_6}; \underline{r}_2 = \frac{r_2}{Z_6}; \underline{M}_d = \frac{M_d}{M_6}; \underline{M}_c = \frac{M_c}{M_6}; \underline{x}_{\mu} = \frac{x_{\mu}}{Z_6}; \underline{H}_{\mu} = \frac{J_d \omega_6^2}{p_d M_6}.$$

Аналогично запишем механическую характеристику рабочего органа

$$\underline{M}_c = \underline{M}_{c0} - \left(\underline{M}_{cH} - \underline{M}_{c0} \right) \left(\frac{\underline{\omega}_d}{\underline{\omega}_{dH}} \right)^x, \quad (4)$$

$$\text{где } \underline{M}_c = \frac{M_c}{M_d}; \underline{M}_{co} = \frac{M_{co}}{M_d}; \underline{M}_{cv} = \frac{M_{cv}}{M_d}; \underline{\omega}_{co} = \frac{\omega_{co}}{\omega_d}.$$

Уравнения потокосцеплений

$$\left. \begin{aligned} \underline{\psi}_{x1} &= \underline{L}_{x1} \cdot i_{x1} + \underline{M}_{Ax} \cdot i_{x2}; \\ \underline{\psi}_{y1} &= \underline{L}_{x1} \cdot i_{y1} + \underline{M}_{Ax} \cdot i_{y2}; \\ \underline{\psi}_{x2} &= \underline{L}_{x2} \cdot i_{x2} + \underline{M}_{Ax} \cdot i_{x1}; \\ \underline{\psi}_{y2} &= \underline{L}_{x2} \cdot i_{y2} + \underline{M}_{Ax} \cdot i_{y1}, \end{aligned} \right\} (5)$$

$$\text{где } \underline{L}_{x1} = \frac{L_{x1}}{L_d}; \underline{L}_{x2} = \frac{L_{x2}}{L_d}; \underline{M}_{Ax} = \frac{M_{Ax}}{L_d}.$$

Полученные системы (3)...(5) описывают электромеханические переходные процессы асинхронного двигателя в системе относительных единиц.

Уравнения связи в относительных единицах

$$\left. \begin{aligned} \underline{U}_x &= \underline{U}_d - r_s i_{x1} - \frac{d\underline{\psi}_{x1}}{dt}; \\ \underline{U}_y &= \underline{U}_q - r_s i_{y1} - \frac{d\underline{\psi}_{y1}}{dt}, \end{aligned} \right\} (6)$$

$$\left. \begin{aligned} \underline{\psi}_{x1} &= \underline{L}_s i_{x1}; \\ \underline{\psi}_{y1} &= \underline{L}_s i_{y1}; \end{aligned} \right\} (7)$$

$$i_d = \sum_{k=1}^n i_{x1}^{(k)}; \quad i_q = \sum_{k=1}^n i_{y1}^{(k)}, \quad (8)$$

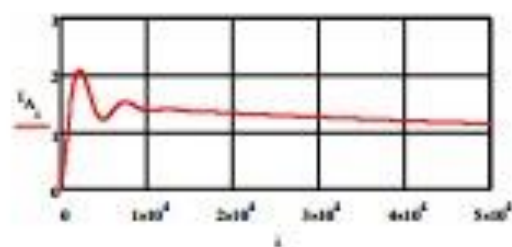
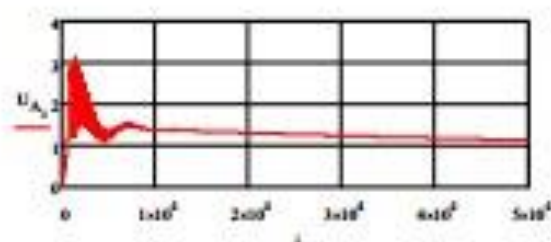
$$\text{где } \underline{\psi}_{x1} = \frac{\psi_{x1}}{\psi_d}; \quad \underline{\psi}_{y1} = \frac{\psi_{y1}}{\psi_d}; \quad r_s = \frac{r_s}{Z_d}; \quad \underline{L}_s = \frac{L_s}{L_d}.$$

Выводы

Для конкретных расчетов, полученные уравнения подвергаем преобразованиям путем исключения из них потокосцеплений, т.е. за переменную состояния системы принимаем ток, поскольку другим путем записать систему в явном виде не удастся [6-9].

В результате получаем графики изменения тока, напряжения, момента и скорости двигателя во времени, на основе которых можно провести оценку процессов в системе (рисунок 2).

Таким образом, системы (9)...(13) являются уравнениями переходных процессов системы автономного электропривода и позволяют изучить динамику системы в различных режимах работы с учетом взаимного влияния элементов – синхронный генератор, асинхронные двигатели и рабочие органы.



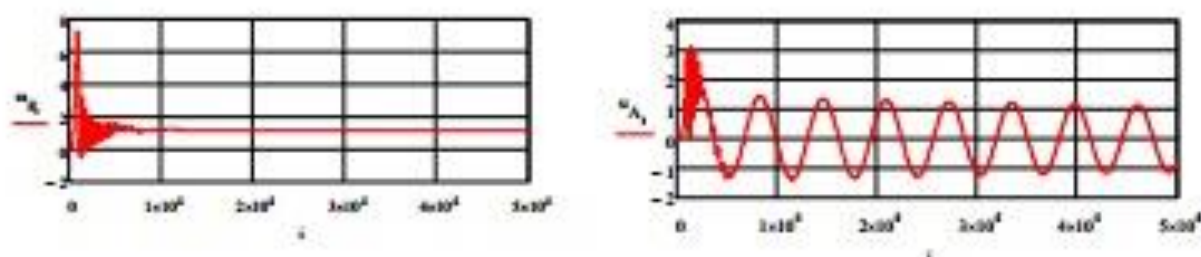


Рисунок 2 – Графики изменения тока, напряжения, момента и скорости двигателя во времени

Литература

1. *Трицев И.И.* Электромеханические процессы в машинах переменного тока. - Л.: Энергия, 1980. - 344 с.: ил.
2. *Кацман М.М.* Электрические машины. - М.: Энергоиздат, 2000. - 494 с.: ил.
3. *Mouni E., Tnani S., Champenois G., 2006.* Comparative study of three modelling methods of synchronous generator. IEEE Industrial Electronics, IECON 2006 - 32nd Annual Conference on. 6-10 Nov. 2006. Conference Publications. p.1551-1556.
4. *Veltman A., 2007.* Fundamentals of Electrical Drives./ Andre Veltman, Ducu W.J. Pulle and RikW.DeDoncker // Springer, 345 p.
5. *Hamid A.T., 2004.* Handbook of Electric Motors. / Hamid A.Toliyat, Vilas D.Nene, John R.Brauer. // Taylor & Francis Group, LLC. 850 p.
6. *Постников И.М.* Обобщенная теория переходные процессы электрических машин.- М.: Высш. школа.-1975. -184 с.: ил.
7. *Важнов А.И.* Основы теории переходных процессов синхронной машины. -Л.: Госэнергоиздат.-1980. -378 с.: ил.
8. *Важнов А.И.* Переходные процессы в машинах переменного тока. -Л.: Энергия.-1980.-256 с.: ил.
9. *Сипайлов Г.А., Лоос А.В.* Математическое моделирование электрических машин (АВМ) – М.: Высш. школа.-1980. -176 с.: ил.

Есімханов С.Б., Сапа В.Ю., Шыныбай Ж.С.

ДЕРБЕС ЭЛЕКТР ЖЕТЕГІНДЕГІ ӨТПЕЛІ ҮДЕРІСТЕРДІ ТЕОРИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа Синхронды генератор мен асинхронды қозғалтқыштың дифференциалды теңдеулері, сонымен қатар, жалғайтын кабельдер параметрлерін ескеретін байланыс теңдеулері құрастырылды.

Дербес электр жетек жүйесінің өтпелі үдерістерінің теңдеулер жүйесі салыстырмалы бірліктерде құрастырылды. Олар жүйенің әртүрлі режимдеріндегі динамикасын зерттеуге мүмкіндік береді. Осы кезде күй жағдайының айналымы ретінде ток қабылданған.

Сандық тәжірибелер арқылы математикалық моделі арқылы электр жетек жүйесіндегі өтпелі үдерістердің талдауы жүргізілді. Модельдеу жобаланған дербес электр жетек жүйесінің жұмыс істеу қабілеттілігін көрсетті.

Кілт сөздер: дербес электр жетегі, өтпелі үдерістер, синхронды генератор, асинхронды қозғалтқыш, модельдеу, математикалық моделі, дифференциалдық теңдеулер.