

УДК 681.527.7

В. И. ДОМАНОВ, А. В. ДОМАНОВ, А. Е. ЗЕЛЕНИКИН, А. В. МИШИН

МАЛОГАБАРИТНОЕ ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

Рассматриваются вопросы создания малогабаритного зарядного устройства для электромобиля. Анализируется структура построения системы управления. Приводится выбор параметров регуляторов тока и напряжения. Предлагается схема построения цепей обратных связей.

Ключевые слова: зарядное устройство, система управления, высокочастотный инвертор.

Источником питания большинства современных электромобилей и электрокар является аккумуляторная батарея. В целях оперативной подзарядки без возврата на базу или использования автозарядных станций необходимо иметь мобильное зарядное устройство на борту для возможности подзарядки в любой доступной точке. Требования, предъявляемые к этому устройству, следующие:

- питающая сеть – бытовая, 220 В;
- мощность (исходя из возможности сети) 1 кВт;
- в целях универсальности необходимо обеспечить работу с различными аккумуляторными батареями 12, 24, 36, 48, 60 В;
- возможность регулирования тока заряда от 10 до 20 А;
- вес и габариты должны быть минимальными;
- степень защиты как для бытовых и автомобильных устройств.

Поставленная задача может быть решена за счёт использования высокочастотного понижающего трансформатора, работающего в полумостовой инверторной схеме (рис. 1). Поступающее сетевое напряжение выпрямляется (VD1-4), фильтруется (C1) и поступает на инвертор, состоящий из двух ключей (VT1-2) и двух конденсаторов (C2-3). В диагональ полумостового инвертора включена первичная обмотка высокочастотного трансформатора (TP1). Напряжение вторичной обмотки выпрямляется (VD5-8), фильтруется (L1, C4) и поступает на аккумуляторную батарею.

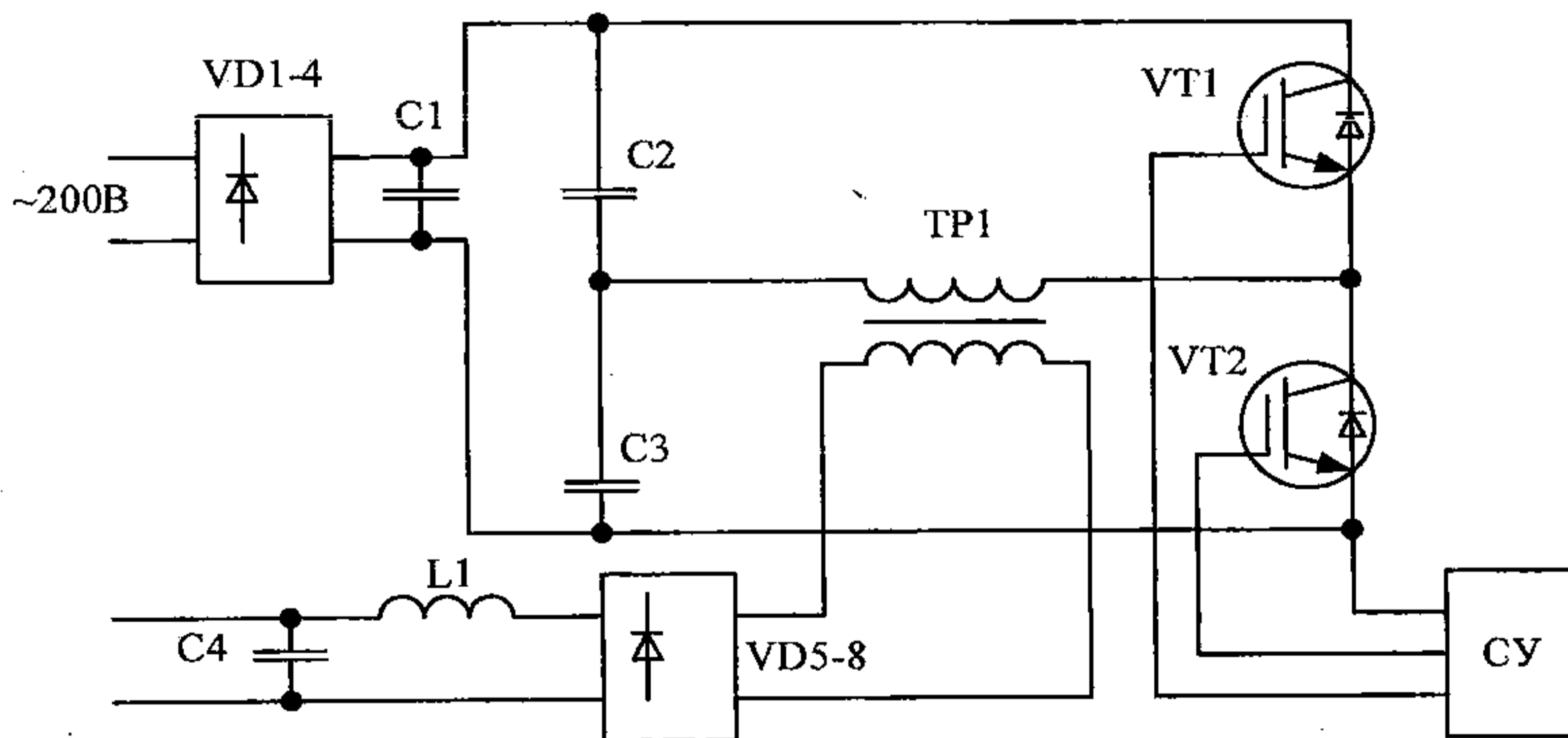


Рис. 1. Силовая схема зарядного устройства

© Доманов В. И., Доманов А. В.,
Зеленикин А. Е., Мишин А. В., 2009

Возможны различные режимы заряда батарей, для их реализации необходимо контролировать ток и напряжение заряда. Для этого используются датчики по току и напряжению. Для качественного расчёта контуров регулирования необходимо рассмотреть батарею как элемент системы управления. Различные описания конструкции, работы и режимов заряда [1–3] позволяют представить аккумуляторную батарею следующей схемой замещения (рис. 2).

Она позволяет частично учесть такие особенности батареи, как саморазряд (R_U) и эдс поляризации (C_1 и C_2).

Силовой преобразователь (инвертор) является безынерционным элементом и может быть представлен коэффициентом K_P . Схема выходного фильтра зарядного устройства приведена на рис. 3.

Схемы, приведённые на рис. 2 и 3, позволяют вычислить передаточные функции этих соединений

$$W_{AK} \cong R_1 + \frac{R_2}{T_y p + 1},$$

где $T_y = R_y(C_1 + C_2)$.

$$W_\phi \cong R_1 + \frac{R_\phi + L_\phi p}{L_\phi C_\phi p^2 + R_\phi C_\phi p + 1} = \frac{(1 + T_\phi p)R_\phi}{T_1^2 p^2 + T_2 p + 1},$$

где $T_1 = \sqrt{L_\phi C_\phi}$, $T_2 = R_\phi C_\phi$, $T_\phi = L_\phi / R_\phi$.

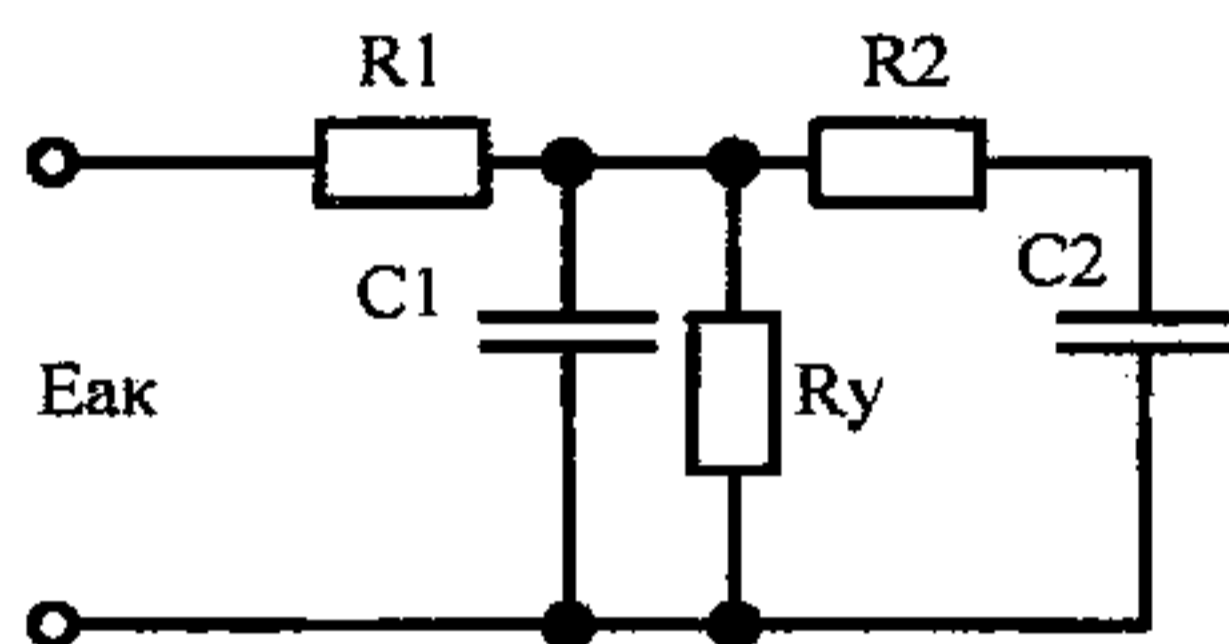


Рис. 2. Схема замещения аккумуляторной батареи

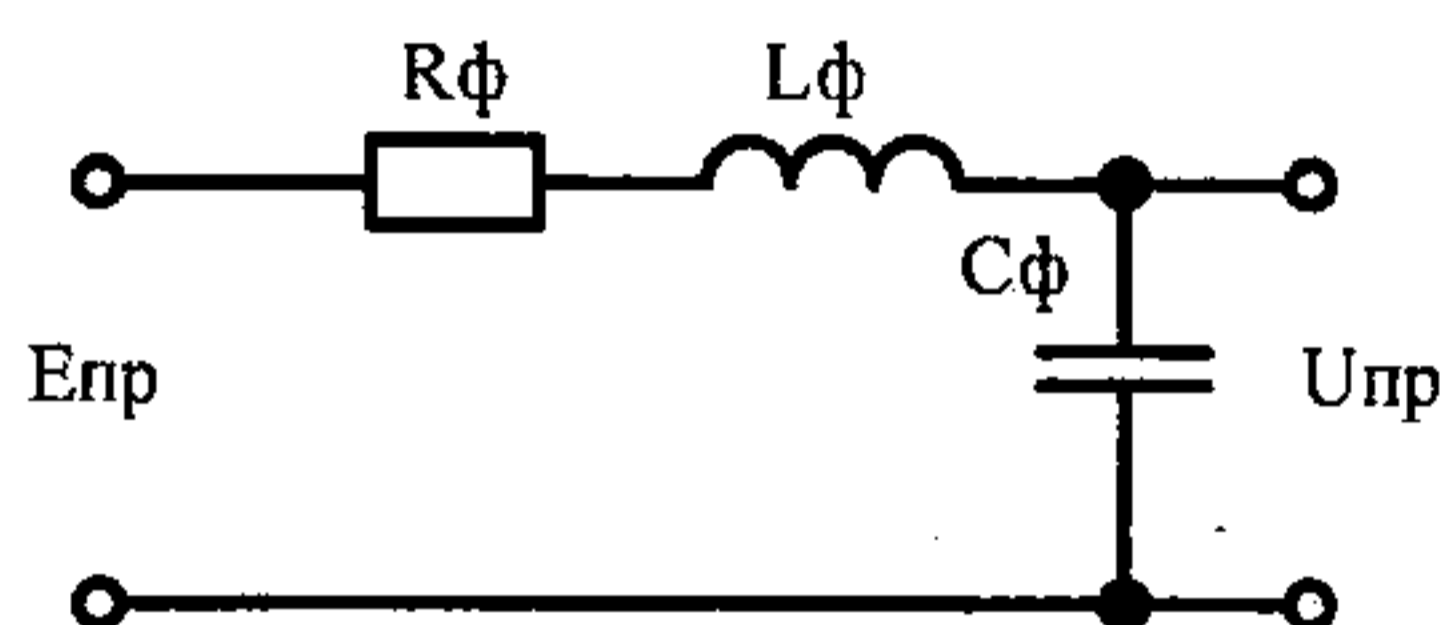


Рис. 3. Схема выходного фильтра

На основании этого можно составить структурную схему системы управления работой зарядного устройства (рис. 4). Увеличение мощности зарядных устройств и возрастание требований к режиму заряда требуют применения современных эффективных систем, к которым относится структура подчиненного регулирования.

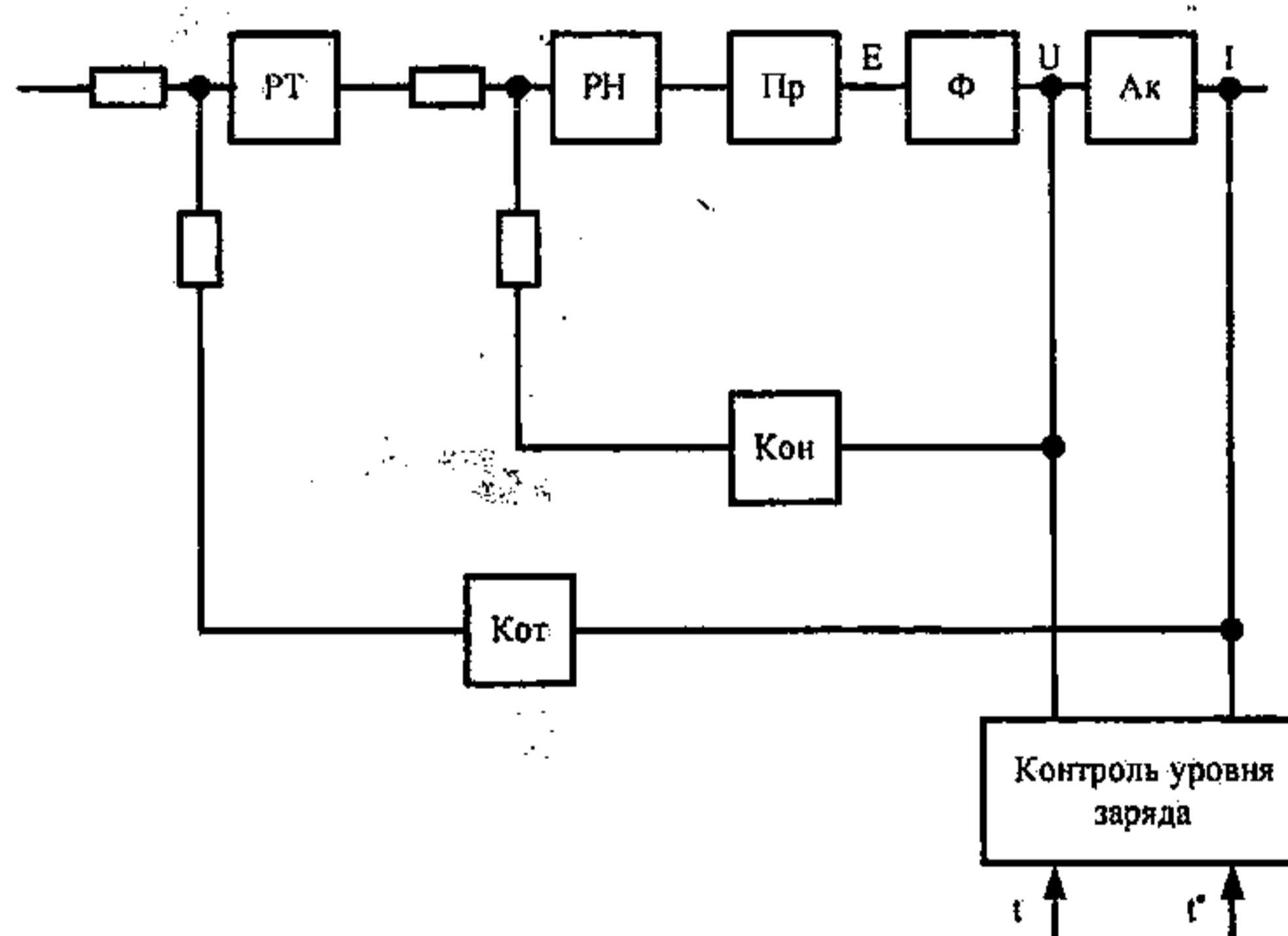


Рис. 4. Структурная схема системы управления

Расчёт регулятора напряжения РН выполняется исходя из параметров неизменяемой части этого контура. Настройка контура регулирования напряжения на технический оптимум будет обеспечена при соблюдении равенства

$$\frac{1}{2T_H p(T_H p + 1)} = K_{\Pi} \frac{1 + T_{\Phi} p}{T_1^2 p^2 + T_2 p + 1} \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_1 + R_2 + R_{\Phi}} K_H W_{PH} \quad (1)$$

Из выражения (1) можно определить передаточную функцию регулятора и условия его настройки

$$W_{PH}(p) = \frac{K_{PH}}{p(1 + T_{PH} p)},$$

где $K_{PH} = 2T_2 \frac{R_1 + R_2 + R_{\Phi}}{K_{\Pi} K_H (R_1 + R_2)}$, $T_2 = T_H$, $T_{\Phi} = T_{PH}$.

При соблюдении этих условий передаточная функция замкнутого контура напряжения принимает вид

$$W_{KH}(p) = \frac{1/K_H}{2T_H^2 p^2 + 2T_H p + 1}.$$

Передаточная функция неизменяемой части контура стабилизации тока заряда в этом случае

$$W_T(p) \approx \frac{1/K_H}{2T_H p + 1} \cdot \frac{1}{Z_{AK}} \cdot K_T = \frac{1/K_H}{2T_H p + 1} \cdot \frac{1 + T_Y p}{R_1(1 + T_Y p) + R_2} \cdot K_T.$$

Если выполнить настройку контура тока заряда на указанный выше оптимум, то передаточная функция регулятора запишется в виде

$$W_{PT}(p) = \frac{(R_1 + R_2)(1 + T_{AK} p) K_H / K_T}{4T_H p(1 + T_Y p)}, \quad (2)$$

где $T_{AK} = \frac{T_Y R_1}{R_1 + R_2}$.

Если соблюдается условие $R_1 > R_2$, то выражение (2) можно упростить

$$W_{PT}(p) \approx \frac{R_1 K_H / K_T}{4T_H p}.$$

В качестве датчиков обратной связи используются шунт ($R_{Ш}$) и делитель напряжения ($R_{Д}$), включённые в выходной цепи зарядного устройства (рис. 5). Сигналы с первичных датчиков поступают на элемент гальванического разделения типа PVI [4]. С выходов PVI сигналы поступают на входы соответствующих регуляторов.

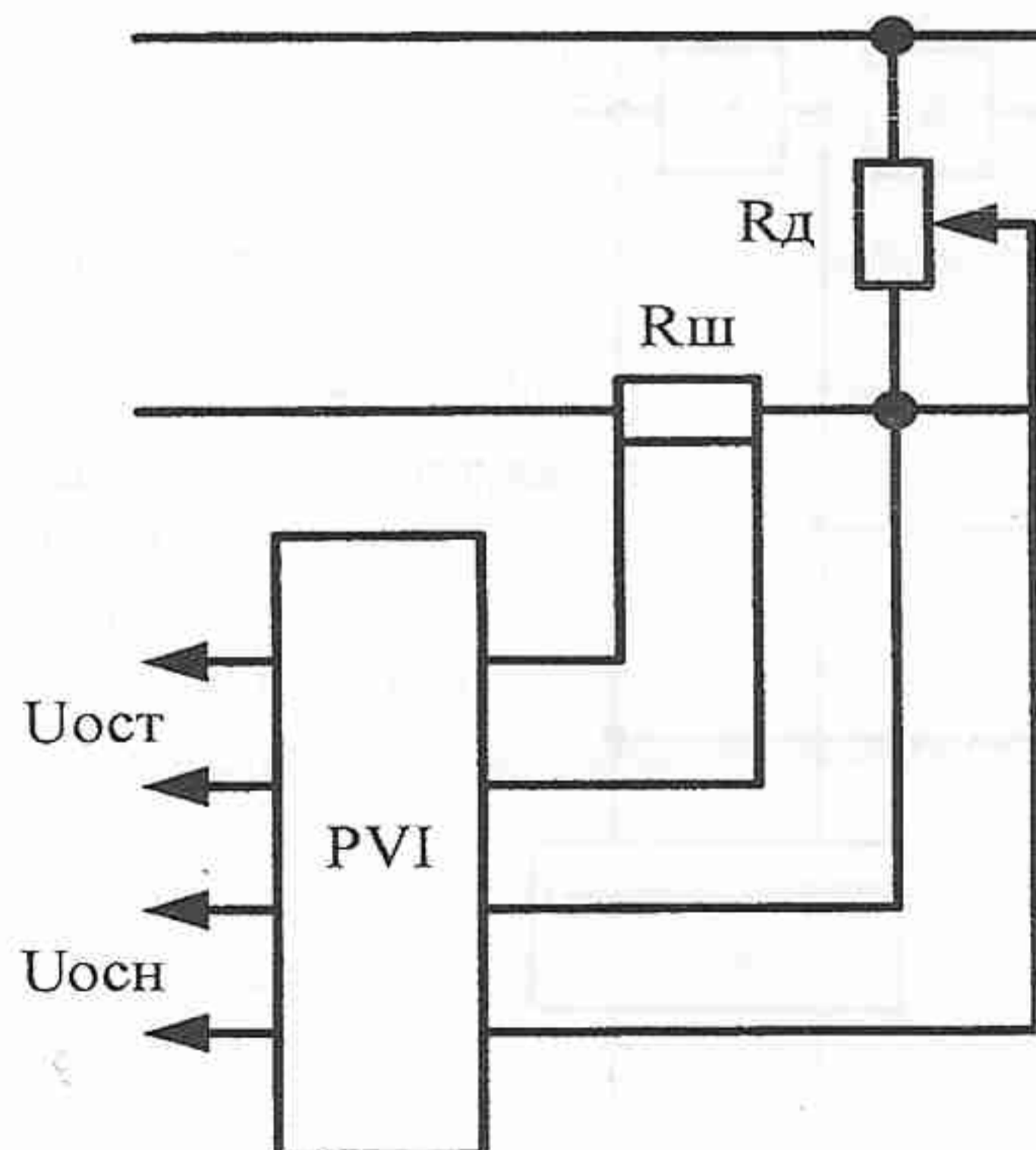


Рис. 5. Схема цепей датчиков обратной связи

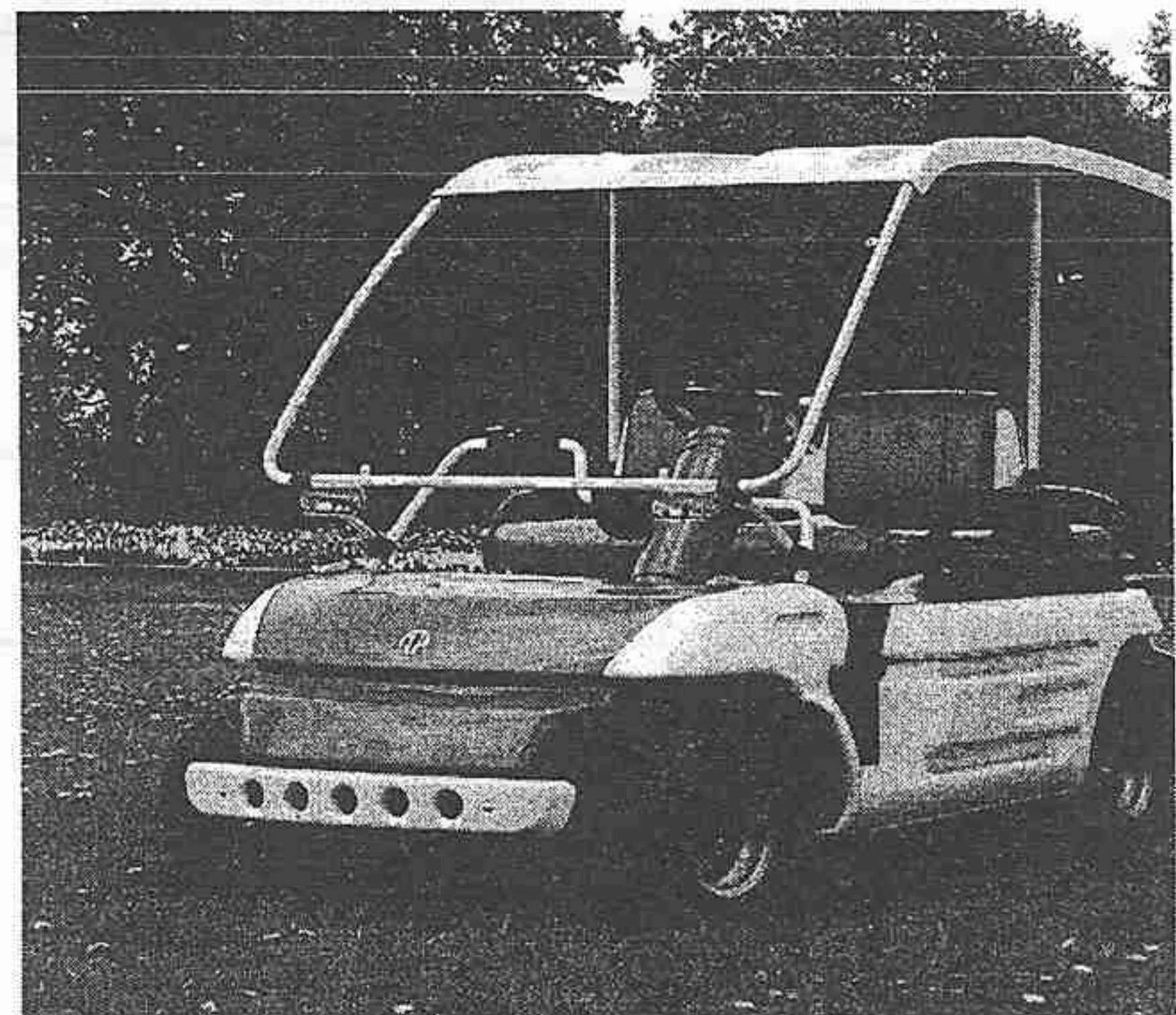


Рис. 6. Электромобиль «Гольф-кар» (г. Димитровград)

Разрабатываемое зарядное устройство предполагается использовать в электромобиле «Гольф-кар», внешний вид которого приведён на рис. 6.

По данным изготовителя [5] электромобиль обеспечивает максимальную скорость до 24 км/ч, запас хода 60 км, мощность приводного двигателя 4 кВт, который питается от четырёх последовательно соединённых аккумуляторов, ёмкость каждого – 105–115 А.ч.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Акимов, С. В. Электрооборудование автомобилей: учебник для вузов / С. В. Акимов, Ю. П. Чижков. – М. : ЗАО КЖИ «За рулём», 2001. – 384 с.
2. Здрок, А. Г. Выпрямительные устройства стабилизации напряжения и заряда аккумуляторов / А. Г. Здрок. – М. : Энергоатомиздат, 1988. – 256 с.
3. Дентон, Т. Автомобильная электроника / Т. Дентон. – М. : НТ Пресс, 2008. – 576 с.
4. Силовые полупроводниковые приборы / под ред. В. В. Токарева. – Воронеж : ТОО МП «Элист», 1995. – 662 с.
5. <http://www.mikamotor.ru> – сайт фирмы – изготовителя электромобиля.

.....

Доманов Виктор Иванович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок» энергетического факультета УлГТУ. Имеет статьи и доклады по вопросам повышения качества автоматизированных электроприводов. Автор 7 изобретений.

Доманов Андрей Викторович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок» энергетического факультета УлГТУ. Имеет статьи и доклады по исследованию вентильных двигателей и оптимальному управлению.

Зеленикин Артур Евгеньевич, студент 5 курса энергетического факультета УлГТУ. Имеет публикации по вопросам электротехники.

Мишин Алексей Владимирович, студент 5 курса энергетического факультета УлГТУ. Имеет публикации по вопросам электротехники.

УДК 533.6.011.6

Н. Н. КОВАЛЬНОГОВ, Т. В. ПАВЛОВИЧЕВА

К МОДЕЛИРОВАНИЮ ТЕПЛОВЛАЖНОСТНОГО СОСТОЯНИЯ КИРПИЧА В ПРОЦЕССЕ ЕГО СУШКИ

Приведены математическая модель, разностная аппроксимация дифференциальных уравнений, определяющих тепловлажностное состояние кирпича, и алгоритм расчёта его параметров в процессе сушки.

Ключевые слова: сушка, термическая обработка, моделирование, кирпич.

ВВЕДЕНИЕ

Термическая обработка кирпича и, в частности, его сушка относятся к числу наиболее энергоёмких производственных процессов. В то же время именно на стадии сушки имеется значительный потенциал энергосбережения, который может быть реализован за счёт оптимизации технологических процессов. Такая оптимизация направлена как непосредственно на снижение затрат тепловой энергии при рациональной организации сушки изделий, так и на снижение брака при термической обработке. Большой объём брака при термической обработке кирпича связан с его неравномерным по объёму прогревом и неравномерным обезвоживанием, что приводит к появлению

© Ковальногов Н. Н., Павловичева Т. В., 2009