Лекция 9.

1. Структурные и принципиальные электрические схемы устройств для преобразования электрической энергии на постоянном и переменном токе (продолжение).

В случае необходимости получения регулируемого выходного напряжения в цепях выпрямителя используются, например, тиристоры. Схема выпрямителя на тиристорах и диаграммы выходного напряжения при углах проводящего состояния γ_1 и γ_2 приведены на рис. 6.

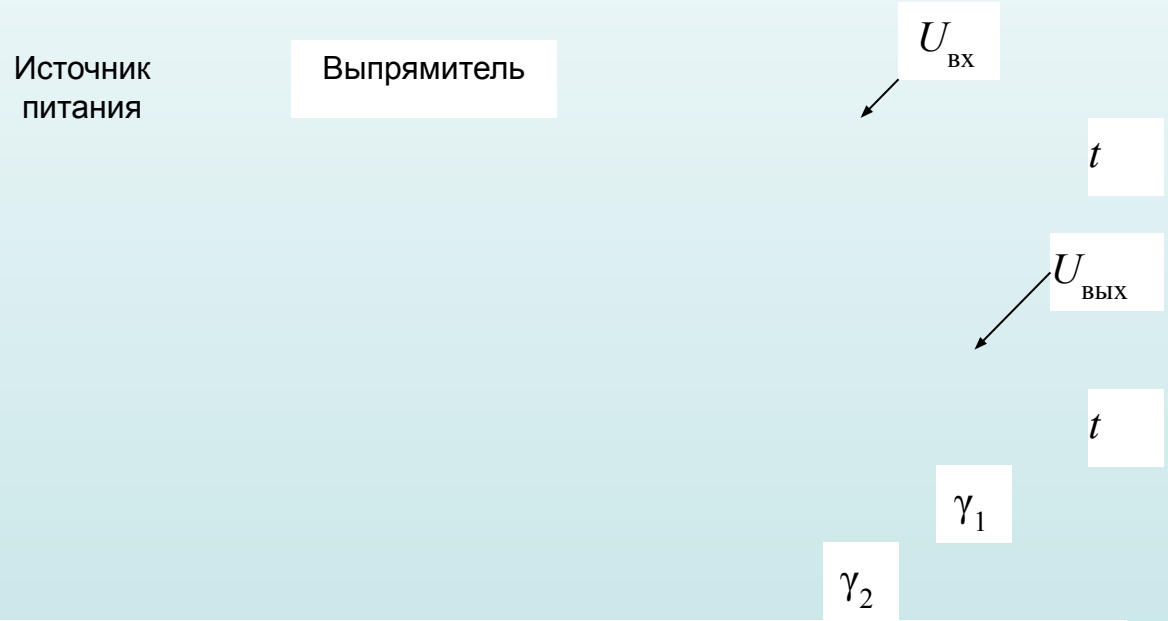

Рис. 6. Однофазный тиристорный выпрямитель

В трёхфазных сильноточных цепях применяются, как правило, мостовые схемы выпрямления. На рис. 7 приведена принципиальна электрическая схема цепей выпрямителя мостового типа и диаграммы входного и выходного напряжений.

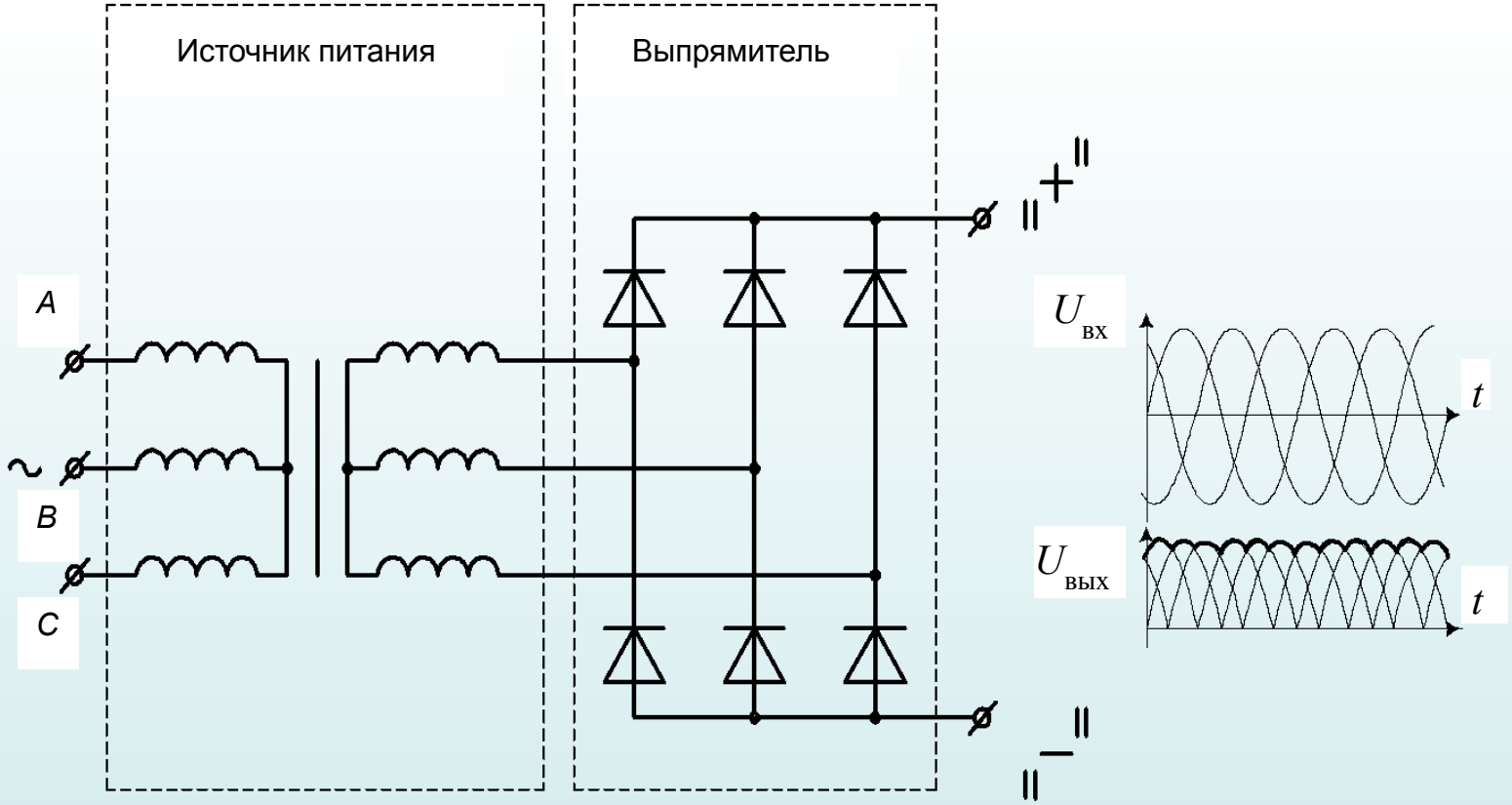

Рис. 7. Трёхфазный мостовой выпрямитель на диодах

Из приведённых диаграмм видно, что кривая выпрямленного напряжения носит пульсирующий характер и большинстве случаев сглаживается при помощи выходных фильтров.

Инверторы.

Инверторами называются преобразователи постоянного тока или напряжения в переменный ток или напряжение. Структурная схема инвертора аналогична структурной схеме выпрямителя, представленной на рис. 37. Рассмотрим принцип работы инвертора напряжения на примера трехфазного инвертора, работающего на асинхронный двигатель (см. рис. 8).

Трёхфазный инвертор напряжения

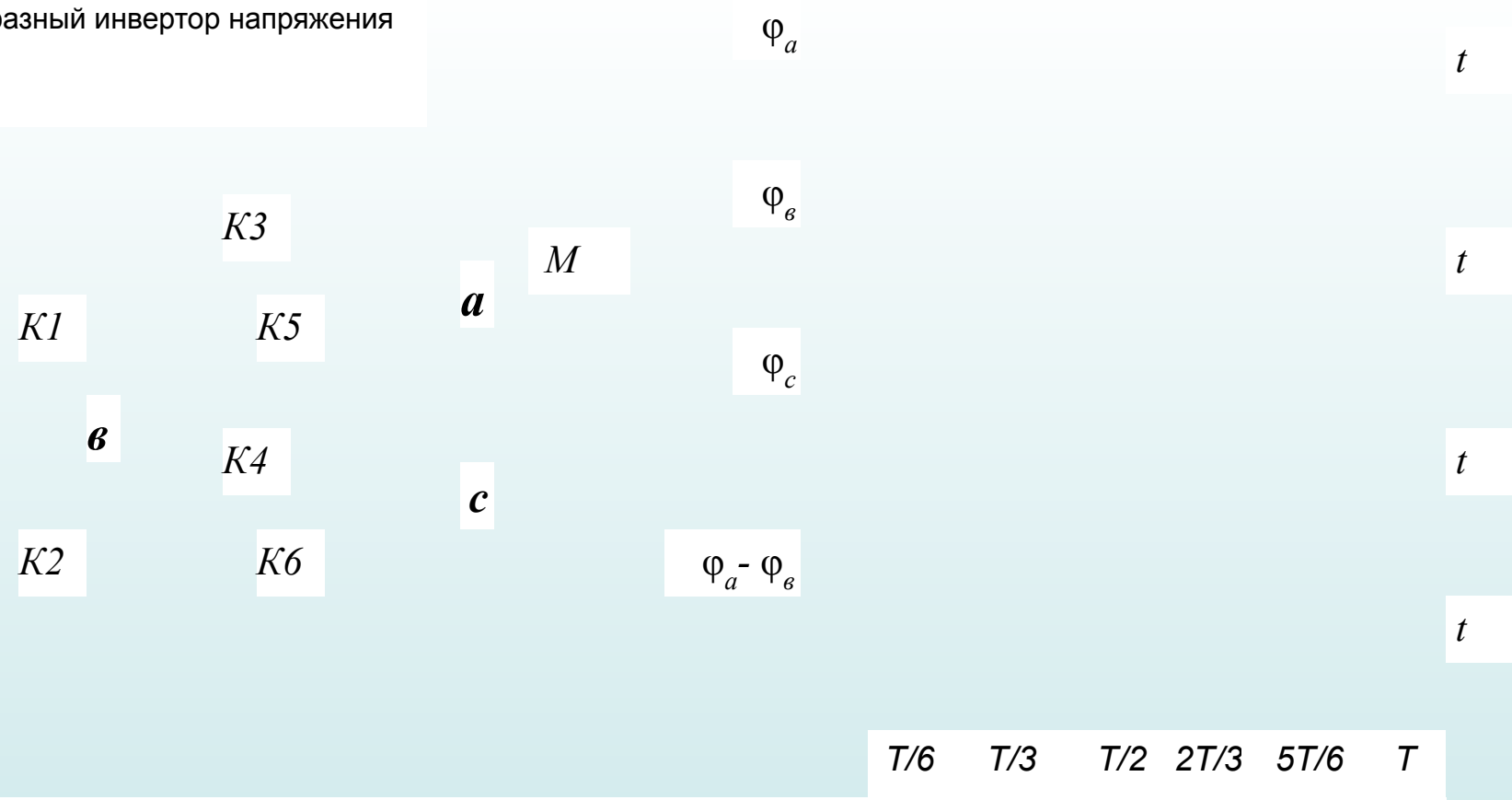

Рис. 8. Трехфазный автономный инвертор со 120° системой управления

Пусть в момент времени *t*=0 (см. диаграммы) были замкнуты ключи *К*1 и *К*4. Ток в цепи протекал по контуру «+» ИП – ключ *К*1 – фаза *а* мотора – фаза *в* мотора – ключ *К*4 – «-» ИП (ИП – источник питания). Приложенное к фазам *а* и *в* напряжение источника питания делилось между ними поровну, но фаза *а* подключалась к «+», а фаза *в* – к «-» источника питания. Поэтому напряжение, приложенное к фазам *а* и *в* $U_{ab}=\varphi_a-\varphi_в=U/2-(-U/2)=U$.

В момент времени *T*/6 размыкается ключ *К*4 и замыкается ключ *К*6. Фаза *а* мотора продолжает полу-чать питание от «+» ИП, а фаза *в* обесточивается. Ток в цепи протекает по

контуру «+» ИП – ключ *К*1 – фаза *а* мотора – фаза *с* мотора – ключ *К*6 – «-» ИП. Напряжение, приложенное к фазам *а и в* $U_{ab}=\varphi_a-\varphi_в=U/2-0=U/2$.

В момент времени *T/*3 размыкается ключ *К*1 и замыкается ключ *К*3. Ток в цепи протекает по контуру «+» ИП – ключ *К*3 – фаза *в* мотора – фаза *с* мотора – ключ *К*6 – «-» ИП. При этом $U_{ab}=\varphi_a-\varphi_в=0-U/2=-U/2$.

В момент времени *T/*2 размыкается ключ *К*6 и замыкается ключ *К*2. Фаза *а* мотора подключается к «-» источника питания, а фаза *в* остаётся присоединённой к «+».Ток в цепи протекает по контуру «+» ИП – ключ *К*3 – фаза *в* мотора – фаза *а* мотора – ключ *К*2 – «-» ИП. Таким образом, направление тока в фазе *а* изменяется на противоположное по сравнению с началом периода. При этом $U_{ab}=\varphi_a-\varphi_в=(-U/2)-(-U/2)=-U$.

В момент времени 2*T*/3 размыкается ключ *К*3 и замыкается – *К*5. Фаза *а* при этом остаётся подключенной к «-» источника питания, а фаза *в* – не получает питания. Ток в цепи протекает по контуру «+» ИП – ключ *К*5 – фаза *с* мотора – фаза *а* мотора – ключ *К*2 – «-» ИП. Напряжение между фазами *а* и *в* мотора при этом $U_{ab}=\varphi_a-\varphi_в=(-U/2)-0=-U/2$.

В момент времени 5*T/6* размыкается ключ *К*2 и замыкается ключ *К*4. Ток в цепи протекает по контуру «+» ИП – ключ К5 – фаза *с* мотора – фаза *в* мотора – ключ К4 – «-» ИП. При этом $U_{ab}=\varphi_a-\varphi_в=0-(-U/2)=U/2$.

В момент времени *T* размыкается ключ *К*5 и замыкается ключ *К*1. Ток в цепи также, как и с момента времени *t*=0, протекает по контуру «+» ИП – ключ К1 – фаза *а* мотора – фаза *в* мотора – ключ К4 – «-» ИП. Напряжение между фазами *а* и *в* мотора при этом $U_{ab}=\varphi_a-\varphi_в=U/2-(-U/2)=U$. Далее процессы в схеме повторяются.

В электротехнике такая схема работы инвертора получила название «120^0эл. схемы управления» поскольку каждый из ключей находится в проводящем состоянии 1/3 периода.

Существует и 180^0эл. схема управления (см. рис. 42).

a

в

c

Рис.9. Трёхфазный автономный инвертор со 180° системой управления

Принцип работы схемы заключается в следующем. В интервале времени 0 – Т/6 в проводящем состоянии находятся тиристоры *VS1,VS4* и *VS5*. При соединении обмоток ротора мотора *M* в звезду приложенное к обмотке фазы А напряжение составляет 1/3 напряжения питания, к обмотке В – 2/3 напряжения. Линейное напряжение $U_л=\varphi_A-$ $-\varphi_B=U_{пит}$.

В интервале времени Т/6 – Т/3 приложенное к обмотке фазы А напряжение составляет 2/3 напряжения питания, к обмотке В – 1/3 напряжения. Линейное напряжение $U_л=\varphi_A-\varphi_B=U_{пит}$.

В интервале времени Т/3 – Т/2 приложенное к обмоткам фаз А и В напряжение составляет 1/3 напряжения питания, а линейное напряжение $U_л=\varphi_A-\varphi_B=0$.

Рис. 10 Диаграммы инвертора с 180^0 схемой управления

В интервале времени приложенное к обмотке фазы А напряжение составляет 1/3 напряжения питания, к обмотке В – 2/3 напряжения. Линейное напряжение *U*л=φА - φВ= -*U*пит. В интервале времени 2Т/3 – 5Т/6 приложенное к обмотке фазы А напряжение составляет 2/3 напряжения питания, к обмотке В – 1/3 напряжения. Линейное напряжение $U_л=\varphi_A-\varphi_B=-U_{пит}$. В интервале времени 5Т/6 – Т приложенное к обмоткам фаз А и В напряжение составляет 1/3 напряжения питания, а линейное напряжение $U_л=\varphi_A-\varphi_B=0$. Далее процессы повторяются.

Применение в цепи инвертора резонансного контура даёт возможность получения на выходе напряжения синусоидальной формы. Принципиальная электрическая схема цепей преобразователя и диаграммы тока в резонансном контуре и выходного напряжения приведены на рис. 11. При замыкании ключей *К*1 и *К*4 по цепи «+» ИП – ключ *К*1 – первичная обмотка

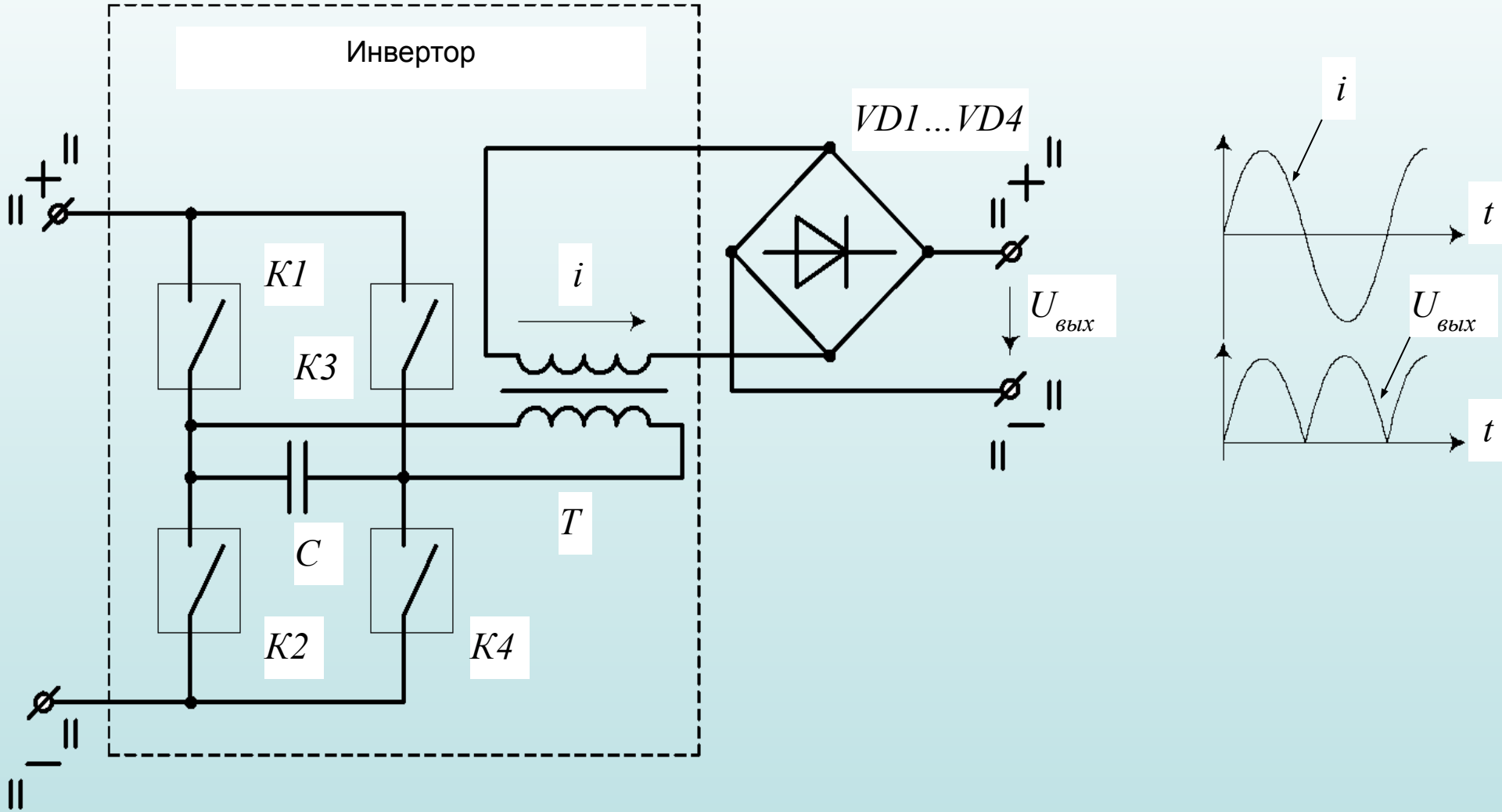

Рис. 11. Принципиальная схема цепей преобразователя и диаграммы тока и напряжения

трансформатора *Т* с параллельно подключённым к ней конденсатором С – ключ *К*4 – «-» ИП протекает ток, который из-за наличия в цепи резонансного контура, имеет форму синусоиды. По достижении током нуля ключи *К*1 и *К*4 размыкаются, *К*2 и *К*3 замыкаются. При этом образуется цепь «+» ИП – ключ *К*3 – первичная обмотка трансформатора *Т* с параллельно подключённым к ней конденсатором С – ключ *К*2 – «-» ИП, по которой также протекает синусоидальная полуволна тока, перемагничивающая сердечник трансформатора. После спадания тока до нуля вновь размыкаются ключи *К*2 и *К*3, а ключи *К*1 и *К*4 замыкаются. Далее процессы в схеме повторяются. Снимаемое с вторичной обмотки трансформатора напряжение после выпрямления диодным мостом приобретает вид, приведённый на диаграмме.