

4.26. THE ENERGY DISSIPATION IN THE CLIPPER CIRCUIT OF THE PULSE MODULATOR USED FOR KLYSTRON 5045 SUPPLY

A.V. Akimov, I.V. Kazarezov

The Budker Institute of Nuclear Physics, Novosibirsk, Russia

While the modulator operates with the pulse transformer the magnetizing current keeps to flow through the transformer primary winding after the end of the voltage pulse. It depends on the energy stored in the magnetizing inductance. The increasing of the magnetizing current flow time together with the earlier thyatron cutoff can make the large reverse voltage to appear on the klystron cathode. It can damage the cathode.

The possibility of the magnetizing current flow time shortening due to the optimal selection of the nonlinear resistance of the clipper circuit is considered. The behavior of the clipper circuit of the modulators used for the complex VEPP-5 preinjector klystrons supply is described. The optimal mode of the circuit operation is chosen and the design features are described.

ДИССИПАЦИЯ ЭНЕРГИИ В КЛИППЕРНОЙ ЦЕПИ ИМПУЛЬСНОГО МОДУЛЯТОРА, ИСПОЛЪЗУЕМОГО ДЛЯ ПИТАНИЯ КЛИСТРОНА 5045

A.V. Akimov, I.V. Kazarezov

Институт Ядерной Физики им. Будкера, Новосибирск, Россия

При работе модулятора на импульсный трансформатор ток через первичную обмотку трансформатора (ток намагничивания) продолжает течь и по окончании импульса напряжения. Это обусловлено энергией, накопленной в индуктивности намагничивания. Затягивание процесса протекания тока намагничивания совместно с преждевременным запираем тиратрона может привести к появлению на катоде клистрона большого напряжения обратной полярности, что может привести к разрушению катода.

Рассмотрена возможность сокращения времени протекания тока намагничивания за счет оптимального подбора нелинейного сопротивления клипперной цепи. Описано поведение клипперной цепи в модуляторах, питающих клистроны форинжектора комплекса ВЭПП-5. Подобран оптимальный режим работы цепи, описаны особенности ее конструктивного исполнения.

4.27. 200 KEV ELECTRON BEAM PULSE SOURCE FOR THE COMPLEX VEPP-5 PREINJECTOR

V.E. Akimov, I.V. Kazarezov, A.A. Korepanov, A.R. Frolov, A.S. Tsyganov

The Budker Institute of Nuclear Physics, Novosibirsk, Russia

The electron beam source based on GS-34 valve cathode-grid unit with oxide cathode of 12 mm in diameter is described. Originally the high voltage DC source was used to supply the gun. The gun current amplitude of 5-6 A at a pulse duration of 3 ns and 1.5 A at a pulse duration of 300 ns was attained. The cathode emission characteristic was reduced by the vacuum breakdowns during gun operation. So the necessity of decreasing of high voltage from 200 kV to 140 kV has appeared.

The use of the pulse transformer based gun supply with a pulse duration of ~1 mks provided the gun operation without breakdowns at a voltage of 200 kV and pulse repetition rate up to 50 Hz. At present time the electron source is operated at the complex VEPP-5 preinjector.

ИМПУЛЬСНЫЙ ИСТОЧНИК ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА НА ЭНЕРГИЮ 200КЭВ ФОРИНЖЕКТОРА КОМПЛЕКСА ВЭПП-5

В.Е. Акимов, И.В. Казарезов, А.А. Корепанов, А.Р. Фролов, А.С. Цыганов
Институт Ядерной Физики им. Будкера, Новосибирск, Россия

Описан источник электронного пучка на базе катодно-сеточного узла лампы ГС-34 с оксидным катодом диаметром 12 мм. Первоначально питание пушки осуществлялось от высоковольтного источника постоянного напряжения. При этом амплитуда тока пушки составляла 5-6 А при длительности импульса 3 и 1,5 А при 200 нс. в процессе эксплуатации пушки пробой по вакууму ухудшили эмиссионную характеристику катода и вызывали необходимость снижения высокого напряжения с 200 кВ до 140 кВ.

Переход на питание пушки от импульсного трансформатора с длительностью импульса ~1 мкс обеспечил возможность работы пушки без пробоев при напряжении до 200кВ на частоте следования до 50 Гц. В настоящее время описанный источник работает на форинжекторе комплекса ВЭПП-5.

4.28. THE TRANSFORMERLESS SCHEME FOR SUPER-CONDUCTIVE COLLIDER 10 MW KLYSTRON SUPPLY

*A.V.Akimov, I.V.Kazarezov, A.A.Korepanov, E.M.Mandrik
The Budker Institute of Nuclear Physics, Novosibirsk, Russia*

The modulator scheme with the step up pulse transformer is developed and successfully used for multi-beam 10 MW klystron supply (DESY).

But the presence of the pulse transformer makes the pulse parameters worse and the modulator large size doesn't allow to place it close to the klystron in the collider's tunnel.

Some companies are developing the IGBT-based switch schemes at a voltage about hundred kV, a current of hundreds of Amperes and a pulse duration of about hundreds microseconds. Such switches are still quite expensive, not reliable enough, complicated in driving and they demand additional correction scheme.

The transformerless scheme based on Marx generator for the 10 MW multi-beam klystron supply is describing here. Such scheme has no disadvantages mentioned above.

The modulator is fed through a constant power consumption device. The cell storage capacitors are charged in parallel from the charge transformer secondary windings. When the charging is finished the triggering pulses make all IGBT closed and the storage capacitors are switched on in series. To switch the supply off the triggering pulses are taken off, so the IGBTs are opened and klystron is not more under the voltage.

The simple and reliable pulse shape correction methods and the emergency protection are provided.

БЕСТРАНСФОРМАТОРНАЯ СХЕМА ПИТАНИЯ 10 МВт КЛИСТРОНА ДЛЯ СВЕРХПРОВОДЯЩЕГО ЛИНЕЙНОГО КОЛЛАЙДЕРА

*А.В.Акимов, И.В.Казарезов, А.А.Корепанов, Е.М.Мандрик
Институт Ядерной Физики им. Будкера, Новосибирск, Россия*

Для питания 10 МВт многопучкового клистрона (DESY) разработана и успешно эксплуатируется схема модулятора с повышающим импульсным трансформатором.

Но наличие трансформатора ухудшает параметры импульса, а большие габариты модулятора вызывают проблемы с его размещением вблизи клистрона в тоннеле коллайдера.

Некоторыми фирмами прорабатываются схемы ключей на базе IGBT на полное напряжение сотни кВ, токи - сотни ампер и длительности импульсов - сотни мкс. Такие ключи еще весьма дороги, недостаточно надежны, сложны в управлении, требуют дополнительной схемы коррекции.

В работе рассматривается бестрансформаторная схема питания 10 МВт многопучкового клистрона, основанная на принципе генератора Маркса, свободная от перечисленных недостатков.

Модулятор питается от зарядного устройства постоянной мощности. Емкости каскадов генератора заряжаются параллельно через вторичные обмотки зарядного трансформатора. По завершении заряда подаются запускающие импульсы, включающие последовательно все IGBT каскадов генератора. Для отключения питания импульсы запуска убираются, транзисторы выключаются и клистрон обесточивается.

Предусмотрены простые и надежные методы коррекции формы импульса и защиты при аварийных ситуациях.

4.29. PULSE TRANSFORMER FOR A 10 MW KLYSTRON POWER SUPPLY

*P.A.Bak, I.V.Kazarezov, V.V.Kobets, A.A.Korepanov, G.S.Krainov,
V.M.Radchenko, V.S.Severilo, A.A.Tuvik
The Budker Institute of Nuclear Physics, Novosibirsk, Russia*

In the framework of the Tesla Test Facility program an R&D work on a multibeam 10 MW klystron Power Supply Source was carried out at BINP. In the way of R&D extension the design and production of the Pulse Transformer (PT) with a klystron voltage of 120 kV, klystron current of 130 A and a pulse duration of 1.4 ms were offered to BINP. The PT design was realized with taking into account the following requirements:

- no edge effect on the secondary winding;
- no overvoltage along the secondary winding at the klystron breakdown;
- random high voltage breakdowns may occur only between metal parts, not on the windings;
- the sharp voltage edge applied to the primary winding should not cause a turn-to-turn overvoltage.

The first requirement was fulfilled with the use of a symmetrical secondary winding with a middle point at a high voltage potential. The second one was met by the use of additional capacitances providing an uniform distribu-

tion of the voltage at a breakdown. The third one was fulfilled with equipping the secondary winding with metal shields and inserting a grounded shield between the primary and the secondary windings. The fourth one was realized by placing a capacitance shield on the primary winding. This capacitance shield provides an uniform voltage distribution along the primary winding at the pulse rise time. The PT design and tests results are described.

ИМПУЛЬСНЫЙ ТРАНСФОРМАТОР ДЛЯ ПИТАНИЯ 10 МВТ КЛИСТРОНА

*П.А.Бак, И.В.Казарезов, В.В.Кобец, А.А.Корепанов, Г.С.Крайнов,
В.М.Радченко, В.С.Северило, А.А.Тувик
Институт Ядерной Физики им. Будкера, Новосибирск, Россия*

В рамках программы Tesla Test Facility Институтом ядерной физики была проведена R&D по модулятору для питания многопучкового клистрона. В качестве первого этапа реализации выполненной R&D институту было предложено спроектировать и изготовить импульсный трансформатор (ИТ), повышающий импульс напряжения от модулятора с 10 кВ до 120 кВ на клистрон с параметрами импульса: напряжение на клистроне 120 кВ, ток клистрона 130 А, длительность импульса 1,4 мс.

Разработка ИТ осуществлялась с учетом ряда условий:

- рабочие градиенты вдоль вторичной обмотки не должны иметь скачков;
- распределение напряжения вдоль вторичной обмотки в рабочем режиме и при пробоях не должно сильно отличаться;
- в случае пробоя по высокому напряжению пробой должен происходить только на металлические части исключая обмотки;
- приложение крутого фронта напряжения к первичной обмотке не должно вызывать перенапряжений между витками первичной обмотки.

Первое условие было реализовано за счет использования симметричной вторичной обмотки со средней точкой под высоким потенциалом. Второе – за счет введения вдоль секций вторичной обмотки дополнительных емкостей, обеспечивающих равномерное распределение напряжения при пробое. Третье – за счет армирования секций вторичной обмотки специальными металлическими экранами и установки дополнительного заземленного экрана между первичной и вторичной обмотками. Четвертое – за счет установки на первичную обмотку специального емкостного экрана, обеспечивающего распределение напряжения на первичной обмотке на переднем фронте импульса. Описана кон-

струкция импульсного трансформатора и приведены результаты испытаний.

4.30. THE COMPUTER CONTROL SYSTEMS OF H⁺ AND H⁻ INJECTORS OF THE MOSCOW MESON FACTORY LINAC

*V.I.Derbilov, A.N.Drugakov, U.V.Kiselev, E.S.Nikulin,
A.V.Feschenko, O.T.Frolov, V.P.Yakushev
Institute for Nuclear Research, RAS, Moscow
nikulin@al20.inr.troitsk.ru*

Technical solutions for the computer control systems which was designed and are created for the proton and H⁻ injectors of the MMF linac are considered. The base of systems is the LabVIEW software. The National Instruments Corp input/output modules are used. Based on the P-III/800 processor proton injector operator workstation provides the control of the 400kV pulse generator, which operate with repetition rate up to 100Hz, and auxiliary technological systems (up to 73 channels) too with the help of copper cable lines. The control of ion source which are under high potential (45 channels) is carried out with the help of fiber line. The analog channels transmission band - up to 1.6MHz. The H⁻ ion injector control system is analogues, but there is the difference in ion source channel numbers (104) due to more complicated source structure and KOV-1000 turbo-pump. The basic injectors operation data output to the linac local network with carrying capacity up to 100Mb/sec is realized under the Ethernet protocol.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИНЖЕКТОРОВ ИОНОВ H⁺ И H⁻ ЛИНЕЙНОГО УСКОРИТЕЛЯ МОСКОВСКОЙ МЕЗОННОЙ ФАБРИКИ

*В.И.Дербилов, А.Н.Другаков, Е.С.Никولين,
А.В.Фещенко, О.Т.Фролов, В.П.Якушев
Институт Ядерных Исследований (РАН), Москва*

Рассматриваются технические решения по автоматизированным системам управления, разработанным и создаваемым для протонного и ионов H⁻ инжекторов линейного ускорителя Московской мезонной фабрики ИЯИ РАН. Системы базируются на программном пакете LabVIEW. Используются модули ввода/вывода National Instruments Corp. Автоматизированное рабочее место оператора протонного инжек-