

Тема 8. Типові розімкнені схеми керування пуско-гальмівними режимами електроприводів з двигунами постійного струму

1. Схема керування пуском ДПС у функції часу і динамічним гальмуванням у функції ЕРС двигуна
2. Схема керування пуском ДПС у функції часу з противмиканням і динамічним гальмуванням у функції ЕРС двигуна
3. Схема керування пуском ДПС з послідовним збудженням у функції струму і динамічним гальмуванням у функції ЕРС двигуна

ТИПОВІ СХЕМИ КЕРУВАННЯ ПУСКОГАЛЬМІВНИМИ РЕЖИМАМИ ДВИГУНІВ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Розглянемо типові схеми панелей керування пускогальмівними режимами двигунів постійного струму (ДПС). Схеми представлені у спрощеному вигляді. У більшості типових схем керування режимами пуску здійснюється у функції часу і струму якірного кола. Керування режимами динамічного гальмування здійснюється у функції ЕРС двигуна, часу, а також шляху переміщення (кута повороту). Режим противмикання контролюється сигналом, пропорційним ЕРС двигуна.

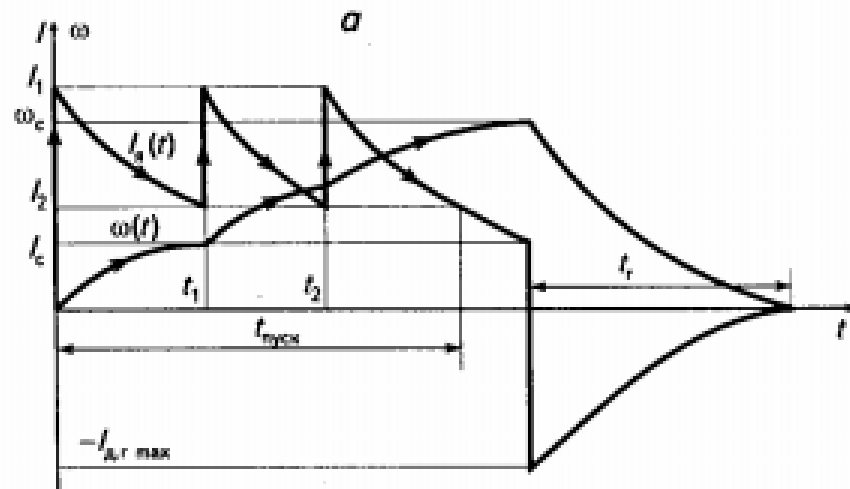
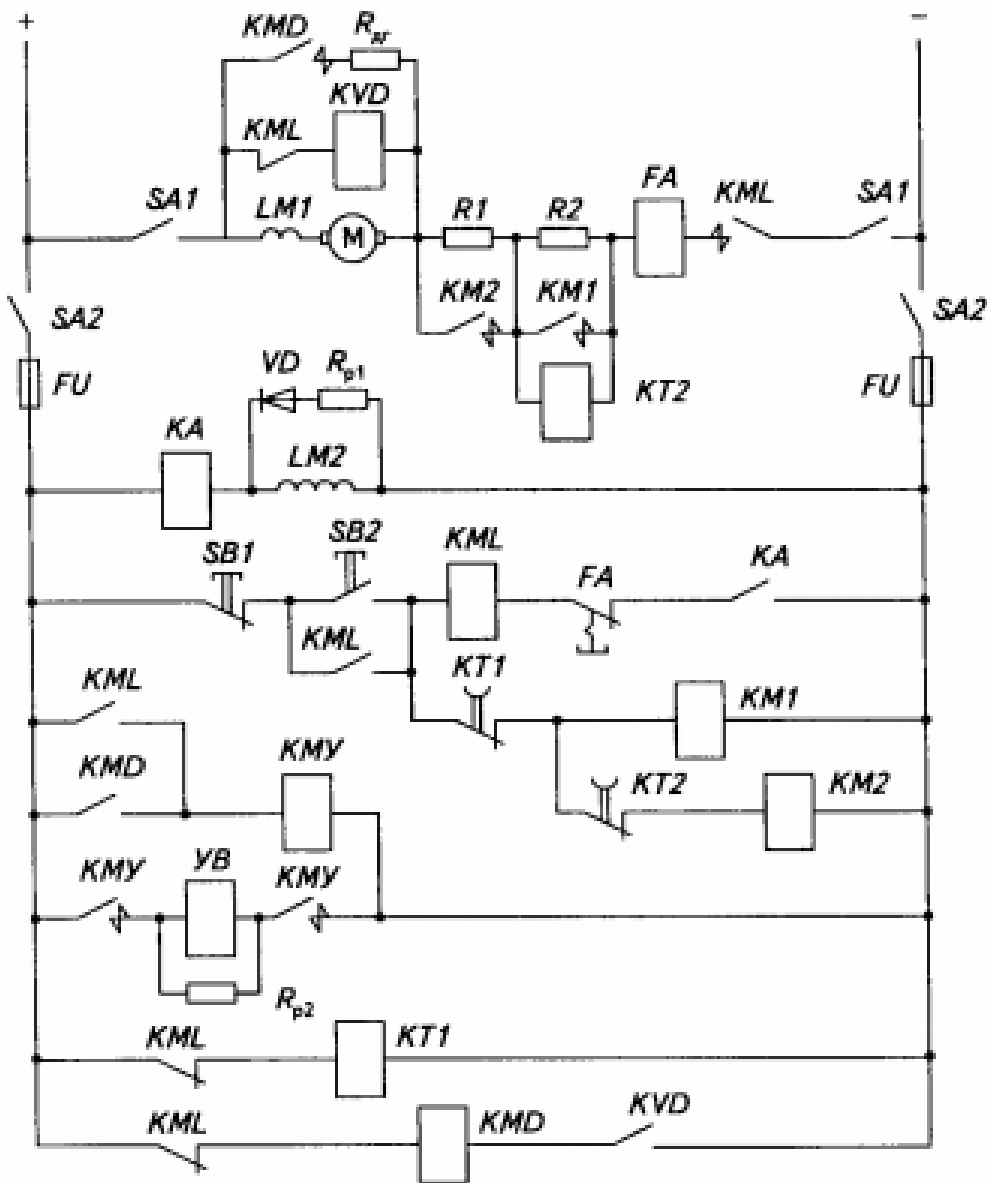
Схема керування пуском ДПС у функції часу і динамічним гальмуванням у функції ЕРС двигуна

Електрична схема керування ДПС з незалежним збудженням (рис. 5.8, а) забезпечує пуск двигуна у два ступеня з обмеженням струму резисторами $R1$, $R2$, динамічне гальмування з обмеженням струму резистором $R_{дв}$, накладання механічного гальма в режимі зупинки двигуна і аварійному зниженні напруги живлення. Для захисту обмотки незалежного збудження $LM2$ від перенапруги паралельно цій обмотці підмикається розрядний резистор R_p . Діод VD запобігає проходженню струму крізь резистор $R_{р1}$ у робочих режимах.

У схемі застосовано комбінований спосіб підмикання обмоток реле часу (прискорення). Обмотка $KT1$ живиться від напруги оперативного кола, а обмотка $KT2$ — спадом напруги на пусковому резисторі $R1$.

Схема працює так. У вихідному положенні вмикають рубильники $SA1$, $SA2$, після чого одержують живлення обмотки двигуна $LM2$ і реле часу $KT1$, а також спрацьовує реле обриву поля двигуна KA . Контакти реле KA замикаються в колі живлення обмотки лінійного контактора KML , а контакти реле $KT1$ розмикаються в колі контактора прискорення $KM1$.

Пуск двигуна здійснюється натисканням кнопки $SB2$. При цьому одержує живлення контактор KML , який силовими контактами подає напругу на якір двигуна через пускові резистори $R1$ і $R2$. Одночасно блок-контакти KML блокують кнопку $SB2$, розмикаються в



колі котушки реле часу *KT1* і реле контролю ЕРС двигуна *KVD* і замикаються в колі котушки контактора вмикання гальмівного соленоїда *KMU*. В результаті одержує живлення котушка гальмівного соленоїда *УВ* і знімаються механічні гальма.

Від спаду напруги на резисторі *R1* у момент проходження пускового струму реле часу *KT2* спрацьовує і розмикає свої контакти в колі обмотки контактора прискорення *KM2*. Після закінчення витримки часу контакти *KT1* замикаються в колі живлення котушки контактора *KM1*, який силовими контактами шунтує резистор *R1* першої пускової ступені і котушку реле часу *KT2*. По закінченні витримки часу контакти *KT2* замикаються в колі живлення котушки контактора *KM2*, який силовими контакторами шунтує резистор *R2* другої пускової ступені. Двигун виходить на природну характеристику.

Пускові характеристики режиму динамічного гальмування в часі $\omega(t)$ і $I_d(t)$ зображені на рис. 5.8, б.

Для зупинення двигуна з використанням динамічного гальмування натискається кнопка *SB1* «Стоп». При цьому припиняється живлення котушки контактора *KML*. Його силові контакти відмикають двигун від мережі, а блок-контакти підмикають котушку реле динамічного гальмування *KVD* до якоря двигуна, ЕРС якого пропорційна швидкості обертання.

Реле *KVD* спрацьовує і вмикає контактор *KMD*, який силовими контактами замикає коло якоря двигуна на опір динамічного гальмування R_{dv} , а блок-контактами подає живлення на котушку контактора *KMU*. У результаті двигун переходить в режим динамічного гальмування без дії механічного гальмування. Реле *KVD* утримує свої контакти замкненими доти, доки ЕРС двигуна не буде меншою за напругу відпускання реле.

По закінченні динамічного гальмування, коли вимикається реле *KVD* і контактор *KMD*, схема повертається у вихідне положення і накладається механічне гальмо, бо котушка соленоїда *УВ* втрачає живлення.

Схема забезпечує максимальний струмовий захист миттєвої дії за допомогою реле максимального струму *FA*, захист від втрати збудження — реле обриву поля *KA*. Захист від перевантажень і коротких замикань оперативного кола здійснюється запобіжниками *FU*.

Схема керування пуском ДПС у функції часу з противмиканням і динамічним гальмуванням у функції ЕРС двигуна

Електрична схема керування ДПС є універсальною і дає змогу керувати пускогальмівними режимами ДПС як з незалежним, так і з послідовним збудженням. Схема керування двигуном із незалежним збудженням з протикомпаундною обмоткою $LM3$ (рис. 5.9, а) забезпечує:

- пуск двигуна у дві ступені у функції часу;
- противмикання у функції ЕРС;
- динамічне гальмування у функції ЕРС;
- роботу двигуна на штучних характеристиках.

Обмеження струму в пускових режимах здійснюється резисторами першої $R1$ і другої $R2$ ступеней, у режимах противмикання і динамічного гальмування — відповідно резисторами R_{np} і $R_{a,r}$.

У разі застосування схеми для керування ДПС з послідовним збудженням (обмотка $LM2$ відсутня) вона дає змогу здійснювати всі режими, крім режиму динамічного гальмування.

Схема керування пуском ДПС призначена для керування приводами механізмів як із реактивним, так і з активним навантаженням.

Керування здійснюється за допомогою універсального перемикача SB (може бути командоконтролер), який має сім положень: три «вперед» (F), три «назад» (R), одне нульове (0) — і відповідно шість контактних груп.

У схемі реле прискорення $KT1$ і $KT2$ підімкнені до резисторів противмикання R_{np} і прискорення $R1$ і спрацьовують в момент проходження пускових струмів цими опорами.

Щоб підготувати схему до пуску двигуна, перемикач SB слід поставити в нульове положення, ввімкнути рубильники $SA1$ і $SA2$. При цьому живлення одержує обмотка збудження $LM2$, реле обриву поля двигуна (реле мінімального струму збудження) KA і реле нульового захисту KV , яке шунтує своїми замикальними контактами першу контактну групу $S1$ перемикача SB .

Для пуску двигуна «вперед» універсальний перемикач SB ставлять у третє положення F . При цьому замикаються контактні групи $S2$, $S3$, $S5$, $S6$. Потім спрацьовують лінійний контактор KML і контактор для напрямку «вперед» KMF , на якір двигуна подається

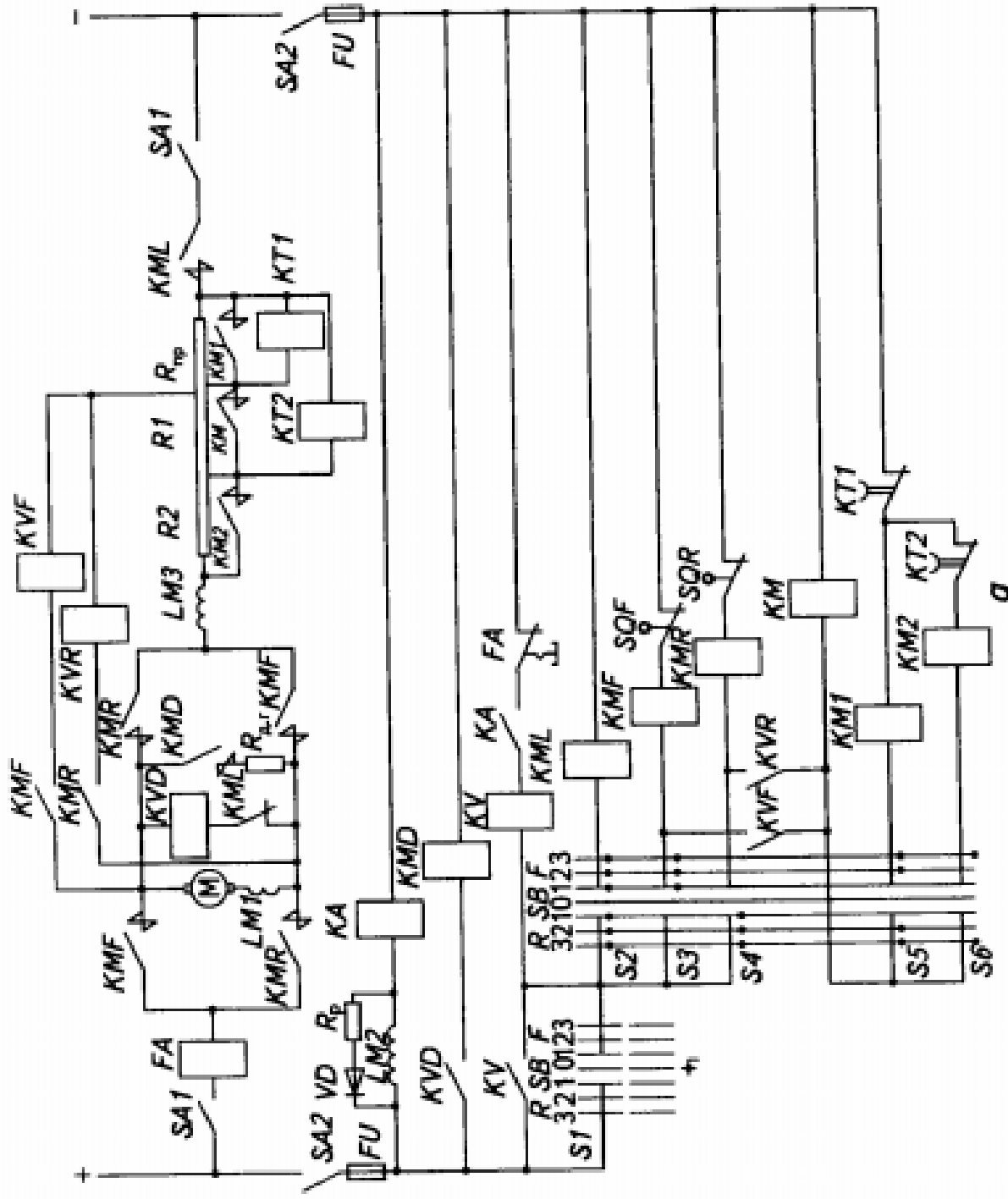


Рис. 5.9

напряга для напрямку «вперед». Від спаду напруги на опорах R_{np} і R , при проходженні пускового струму спрацьовують реле часу (прискорення) $KT1$ і $KT2$, які миттєво розмикають свої контакти в колі котушок контакторів прискорення $KM1$ і $KM2$. Блок-контакти KMF подають напругу на котушку реле противмикання для напрямку «вперед» KVF , яке своїми контактами вмикає контактор противмикання KM . Силкові контакти KM шунтують резистор R_c і котушку реле $KT1$.

Після закінчення витримки часу контакти $KT1$ замикаються в колі котушки контактора прискорення $KM1$, який силовими контактами шунтує резистор $R1$ і котушку $KT2$. По закінченні витримки часу контакти $KT2$ замикаються в колі контактора $KM2$, який шунтує пусковий резистор $R2$. Двигун виходить на природну характеристику.

Пускові характеристики $\omega(I_s)$ зображено на рис. 5.9, б. Перший кидок пускового струму $I_s(I_s < I_n)$ діє короткочасно і визначається часом вмикання KM .

Для реверсування двигуна слід перевести універсальний перемикач SB у третє положення R . При цьому замикається контактна група $S4$, а розмикається група $S3$ перемикача SB . Припиняється

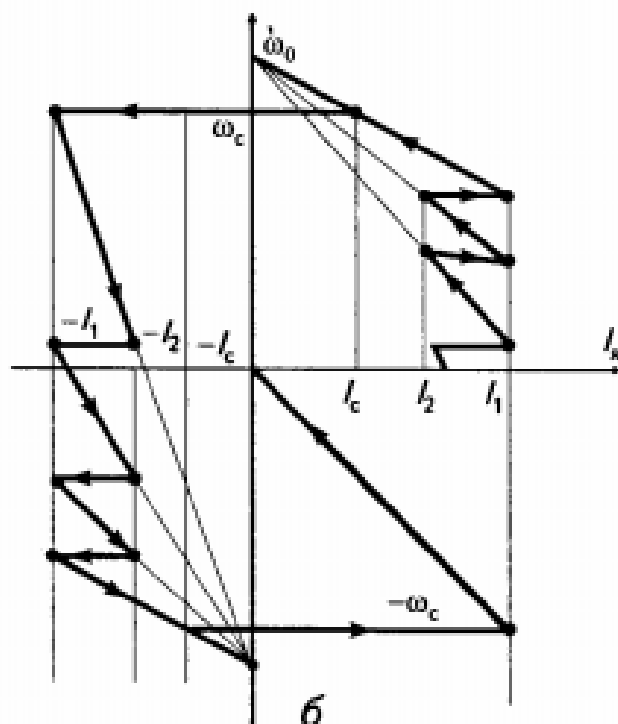


Рис. 5.9

живлення контактора *KMF* і спрацьовує контактор для напрямку «назад» *KMR*. Також припиняється живлення контакторів *KM*, *KM1*, *KM2*. На якір двигуна подається напруга для напрямку «назад», яка збігається за знаком з ЕРС двигуна.

Від спаду напруги на опорах R_{np} і R_1 при проходженні пускового струму спрацьовують реле часу *KT1* і *KT2*. Під час противмикання струм істотно збільшується, а напруга на опорі R_{np} спадає. В результаті значення напруги на котушці реле противмикання для напрямку «назад» *KVR* є недостатнім для його спрацювання. Двигун гальмується, і зі зменшенням швидкості зменшується ЕРС двигуна. Коли швидкість двигуна наближується до нуля, реле *KVR* спрацьовує і подає живлення на котушку контактора противмикання *KM*. Далі процес відбувається так само, як при пуску.

Для зупинення двигуна з використанням динамічного гальмування універсальний перемикач *SB* переводиться в нульове положення. При цьому розмикаються всі контактори *KML*, *KMR*, *KM1*, *KM2* і реле *KT1*, *KT2*. Блок-контакти *KML* підмикають котушку реле *KVD* до якоря двигуна, ЕРС якого пропорційна швидкості обертання. Реле контролю ЕРС двигуна *KVD* спрацьовує і вмикає контактор динамічного гальмування *KMD*, який силовими контактами замикає якір на опір динамічного гальмування $R_{дг}$. Двигун переходить у режим динамічного гальмування. Реле *KVD* утримує свої контакти замкненими доти, доки ЕРС двигуна не стане меншою за напругу відпускання реле.

По закінченні динамічного гальмування вимикаються реле *KVD* і контактор *KMD*, і схема повертається у вихідне положення.

У схемі передбачена робота двигуна на проміжних штучних характеристиках. Для цього універсальний перемикач *SB* переводять у перше, друге або третє положення для режиму «вперед» *F* або «назад» *R*.

Схема забезпечує максимальний струмовий захист миттєвої дії за допомогою струмового реле *FA*. Захист від втрати або зменшення нижче допустимого значення струму збудження забезпечує реле обриву поля *KA*; захист від самозапуску і недопустимого зниження напруги живлення — реле нульового захисту *KV*; захист від перенапруги обмотки незалежного збудження — розрядний резистор R_p ; захист від перенавантаження і коротких замикань оперативного кола — запобіжники *FU*.

**Схема керування пуском ДПС
з послідовним збудженням у функції струму
і динамічним гальмуванням
у функції ЕРС двигуна**

Електрична схема керування ДПС (рис. 5.10, а) забезпечує:

- пуск двигуна у дві ступені у функції струму якорного кола;
- динамічне гальмування у функції ЕРС;
- роботу двигуна на штучних характеристиках;
- послаблення поля двигуна;
- накладання механічних гальмів при зупинці двигуна.

Обмеження струму в пускових режимах здійснюється резисторами $R1$ і $R2$, у режимах гальмування — резистором $R_{д.г}$.

Призначення контакторів KML , $KM1$, $KM2$, KMD , KMU таке саме, як і в розглянутих вище схемах.

Схема працює так. Контакттор $KM3$ вмикає резистор $R_{ш.з}$, який шунтує обмотку $LM2$ в режимі послаблення поля. Реле струму $KA1$, $KA2$ визначають момент перемикання пускових резисторів контакторами прискорення $KM1$, $KM2$. Вони налагоджені таким чином, що спрацьовують при струмі, близькому до максимально допустимого значення I_1 , і відпускають свої контакти при струмі перемикання I_2 . Реле часу KT визначає момент вмикання контактора $KM3$. У режимі динамічного гальмування завдяки перекомутації схеми двигун послідовного збудження переходить у стан незалежного збудження.

Якір двигуна вимикається з мережі і шунтується резистором $R_{д.г}$, а обмотка послідовного збудження одержує живлення через додатковий резистор $R_{д.ш}$ і пускові резистори $R1$, $R2$, які обмежують струм номінальним значенням.

Контроль за ЕРС двигуна в режимі динамічного гальмування здійснює реле напруги KVD , яке підмикається до якоря двигуна блок-контактами KML .

Керування двигуном здійснюється за допомогою універсального перемикача SB , який має п'ять положень: нульове «0» і чотири пускових. Для підготовки схеми до пуску двигуна перемикач SB встановлюють у положення «0», вмикають рубильники $SA1$, $SA2$. Спрацьовує реле нульового захисту KV , яке шунтує контактну групу $S1$. Двигун із виходом на природну характеристику запускається перемиканням SB у третє положення. Контактні групи $S2$, $S3$, $S4$

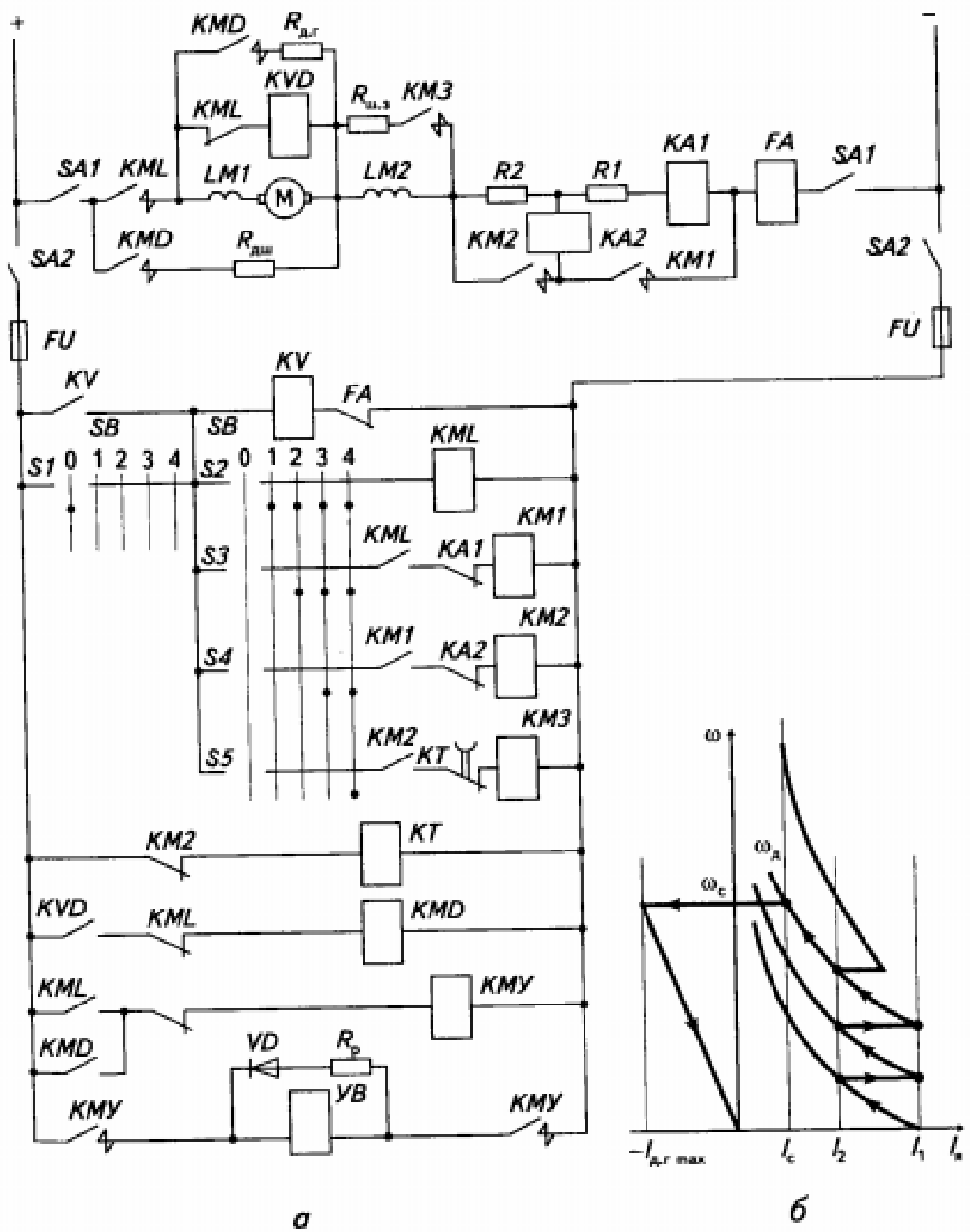


Рис. 5.10

замикаються, спрацьовує контактор *KML* і на якір двигуна подається напруга. Одночасно блок-контакти *KML* вмикають контактор *KMU*, силові контакти якого подають живлення на соленоїд *UB*. Знімаються механічні гальма, спрацьовує реле *KT*.

Від кидка пускового струму I_1 спрацьовує реле прискорення *KA1*, яке розмикає свої контакти в колі обмотки контактора *KM1*. Швидкість і ЕРС двигуна зростають, струм спадає, і коли його значення досягає значення I_2 , реле *KA1* вимикається, а його контакти подають живлення на обмотку контактора *KM1*. Силові контакти *KM1* шунтують резистор *R1* першої пускової ступені. Від другого стрибка струму спрацьовує реле *KA2*, що розмикає свої контакти в колі обмотки контактора *KM2*. Далі операції пуску повторюються.

Для роботи двигуна на штучній характеристиці з послабленим полем перемикач встановлюють у положення «4». Замикається контактна група *S5*. Після того як спрацює контактор *KM2* реле часу *KT* втрачає живлення і по закінченні витримки часу замикає свої контакти в колі живлення котушки контактора *KM3*. Силові контакти *KM3* підмикають резистор R_{α} , паралельно обмотці збудження *LM2*. Двигун переходить на штучну характеристику з послабленим полем (рис. 5.10, б).

Для зупинки двигуна з використанням динамічного гальмування перемикач *SB* переводять у положення «0». При цьому припиняється живлення всіх пускових контакторів *KML*, *KM1*, *KM2*, *KM3*. Двигун вимикається з мережі. Блок-контакти *KML* підмикають котушку реле *KVD* до якоря двигуна, яке своїми контактами вмикає контактор динамічного гальмування *KMD*. Одна пара силових контактів *KMD* підмикає якір двигуна до гальмівного резистора R_{α} , інша забезпечує живлення обмотки збудження *LM2*. Двигун переходить у режим динамічного гальмування з незалежним живленням обмотки збудження. Однойменні блок-контакти *KMD* утримують контактор *KMU* в робочому стані, і механічні гальма не накладаються.

Динамічне гальмування триватиме доти, доки ЕРС двигуна не стане меншою від напруги відпускання реле *KVD*. Після цього накладаються механічні гальма, оскільки соленоїд *UB* втрачає живлення.

Схема забезпечує максимальний струмовий захист миттєвої дії, що здійснюється струмовим реле *FA*. Захист від самозапуску і недопустимого зниження напруги живлення здійснює реле нульового захисту *KV*; захист від перенапруги обмотки гальмівного соленоїда — розрядний резистор R_p ; захист від перевантаження оперативного кола — запобіжники *FU*.