

Үш фазалы асинхронды қозғалтқыштың жұмыс процесі

**Асинхронды қозғалтқыштың
кернеу өрнектері**

Статор орамындағы ЭҚК

n_1 жиілігімен айналатын негізгі магнит ағыны Φ статордың қозғалмайтын орамында E_1 ЭҚК тудырады

$$E_1 = 4,44 f_1 \Phi w_1 k_{об1}$$

$\Phi_{\sigma 1}$ магнит сөйілі ағыны статор орамында сөйілі ЭҚК тудырады:

$$E_{\sigma 1} = -jI_1 x_1$$

мұнда x_1 — статор фазасының орамының индуктивті кедергісі

Асинхронды қозғалтқыштың статор орамы U_1 кернеуге қосылып оған Кирхгофтың екінші заңы бойынша келесі өрнек жазуға болады:

$$U_1 + E_1 + E_{\sigma 1} = I_1 r_1,$$

мұнда $I_1 r_1$ - статор орамының активті кедергісіндегі r_1 кернеудің азайыуы

АҚ статор орамының өрнегі:

$$U_1 = (-E_1) + j I_1 x_1 + I_1 r_1$$

Ротор орамындағы ЭҚК

АҚ жұмыс процессінде ротор n_2 айналу жиілігімен статор магнит өрісі бағыты айналады. Φ негізгі магнит ағыны, роторды келесі айналу жиілікпен озып

$$n_s = (n_1 - n_2),$$

ротор орамында ЭҚК индукциялайды

$$E_2 = 4,44 f_2 \Phi w_2 k_{об2}$$

мұнда f_2 — ротордағы ЭҚК жиілігі E_{2s} , Гц;

$k_{об2}$ — ротор орамының орамалу коэффициенті.

Айналатын ротор орамындағы ЭҚК (тоқтың) жиілігі роторға қатысты айналатын статор магнит өрісіне пропорционал боп

$$n_s = n_1 - n_2,$$

сырғу жиілігі деп аталады

$$f_2 = pn_s / 60 = p(n_1 - n_2) / 60,$$

$$f_2 = f_1 s$$

яғни ЭҚК (тоқтың) жиілігі сырғуға пропорционалды.

$$E_{2s} = 4,44 f_1 s \Phi w_2 k_{об2} = E_2 s$$

Ротордың сейілу ағыны $\Phi_{\sigma 2}$ ротор орамында сейілу ЭҚК индукциялайды:

$$E_{\sigma 2} = -jI_2 x_2 s$$

мұнда x_2 - қозғалмайтын ротордағы ротордың орамының сейілу индукті кедергісі

Кирхгофтың екінші заңы бойынша АҚ ротор тізбегінің кернеулер өрнегі келесі түрде жазылады

$$E_{2s} + E_{\sigma 2} = I_2 r_2$$

мұнда r_2 — ротор орамының активті кедергісі

$$E_2 s - jI_2 x_2 s - I_2 r_2 = 0$$

өрнекті s бөліп ротор орамының кернеулер өрнегін таба аламыз

$$E_2 - jI_2 x_2 - I_2 r_2 / s = 0$$

АҚ ток және МҚК өрнектері

АҚ негізгі магнит ағыны Φ статор F_1 және ротор F_2 ортақ МҚК әсерімен туады :

$$\Phi = (F_1 + F_2) / R_m = F_0 / R_m$$

мұнда R_m — қозғалтқыштың магнит тізбегінің ағынға Φ магнит кедергісі;

F_0 — бос режимдегі статор орамындағы МҚК тең болатын, қозғалтқыштың ортақ МҚК.

$$F_0 = 0,45 m_1 I_1 w_1 k_{об1} / p$$

I_0 — статор орамындағы бос жүріс тогы, А.

Жүктеме режимдегі қозғалтқыштың бір полюсіне келетін статор және ротор орамдарындағы МҚК

$$F_1 = 0,45 m_1 I_1 w_1 k_{об1} / p$$

$$F_2 = 0,45 m_2 I_2 w_2 k_{об2} / p$$

мұнда m_2 — ротор орамындағы фазалар саны

Қозғалтқыштың валындағы жүктеме өзгергенде статор I_1 және ротор I_2 токтарыда өзгереді. Бұл ретте негізгі магнит ағыны Φ тұрақты боп қалады, себебі кернеу $U_1 = \text{const}$ және статор орамының ЭҚК теңденеді

$$U_1 \approx (-E_1)$$

F_1 және F_2 , МҚК өзгергенімен толық МҚК тұрақты боп қалады, яғни

$$F_0 = F_1 + F_2 = \text{const}$$

$$0,45m_1 I_0 \omega_1 k_{об1} / p = 0,45m_1 I_1 \omega_1 k_{об1} / p + 0,45m_2 I_2 \omega_2 k_{об2} / p$$

Теңдікті $m_1 \omega_1 k_{об1} / p$ бөліп, АҚ токтар өрнегін анықтаймыз:

$$I_0 = I_1 + I_2 \frac{m_2 \omega_2 k_{об2}}{m_1 \omega_1 k_{об1}} = I_1 + I'_2$$

мұнда I'_2 - статор орамына келтірілген ротор тогы

Осы өрнекті түрлендіріп АҚ статор орамының токтар өрнегін шығарамыз

$$I_1 = I_0 + (-I'_2)$$

АҚ статор орамының тогы I_1 екі құрастырушысынан тұрады деп айталамыз: біріншісі I_0 – магниттелу құрастырушысы ($I_0 \approx I_{1\mu}$) және $-I'_2$ — ауыспалы құрастырушысы, ротор МКҚ компенсациялайды.

Ротор тогы I_2 АҚ магнит жүйесін магнитенсіздіреді.

Қозғалтқыштың валындағы механикалық жүктеменің әр бір өзгерісі статор орамының тогын I_1 өзгерте отырып және де сырғудың s өзгеруіне келтіреді.

Ротор орамасының параметрлерін келтіру және АҚ векторлық диаграммасы

$s = 1$ тең болғанда ротордың келтірілген ЭҚК

$$E'_2 = E_2 k_e$$

мұнда $k_e = E_1 / E_2 = k_{об1} w_1 / (k_{об2} w_2)$ – асинхронды машинаның қозғалмайтын ротордағы кернеу бойынша трансформация коэффициенті. Ротордағы келтірілген ток:

$$I'_2 = I_2 / k_i$$

мұнда $k_i = m_1 w_1 k_{об1} / (m_2 w_2 k_{об2}) = m_1 k_e / m_2$ – асинхронды машинаның ток бойынша трансформация коэффициенті.

Ротор орамының келтірілген активті және индуктивті кедергілер:

$$r'_2 = r_2 k_e k_i$$

$$x'_2 = x_2 k_e k_i$$

Ротор орамының келтірілген кернеулер өрнегі:

$$E'_2 - jI'_2 x'_2 - I'_2 r'_2 / s = 0$$

r'_2 / s мәнін келесі түрге келтіруге болады

$$\frac{r'_2}{s} = \frac{r'_2}{s} + r'_2 \frac{1-s}{s}$$

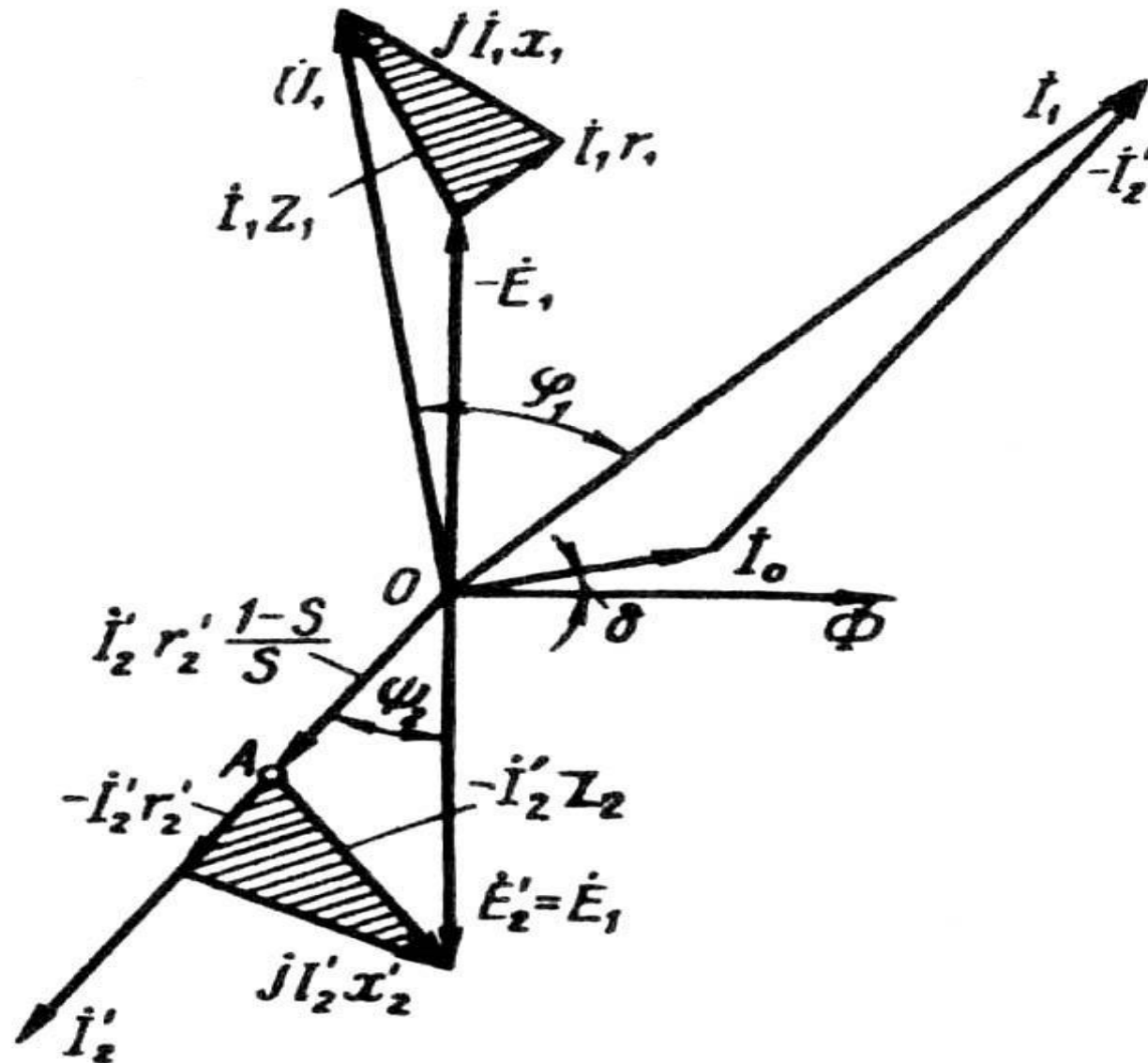
Ротор тізбегіндегі келтірілген параметрлерінде ЭҚК

$$0 = E'_2 - jI'_2 x'_2 - I'_2 (r'_2 + r'_2(1-s)/s)$$

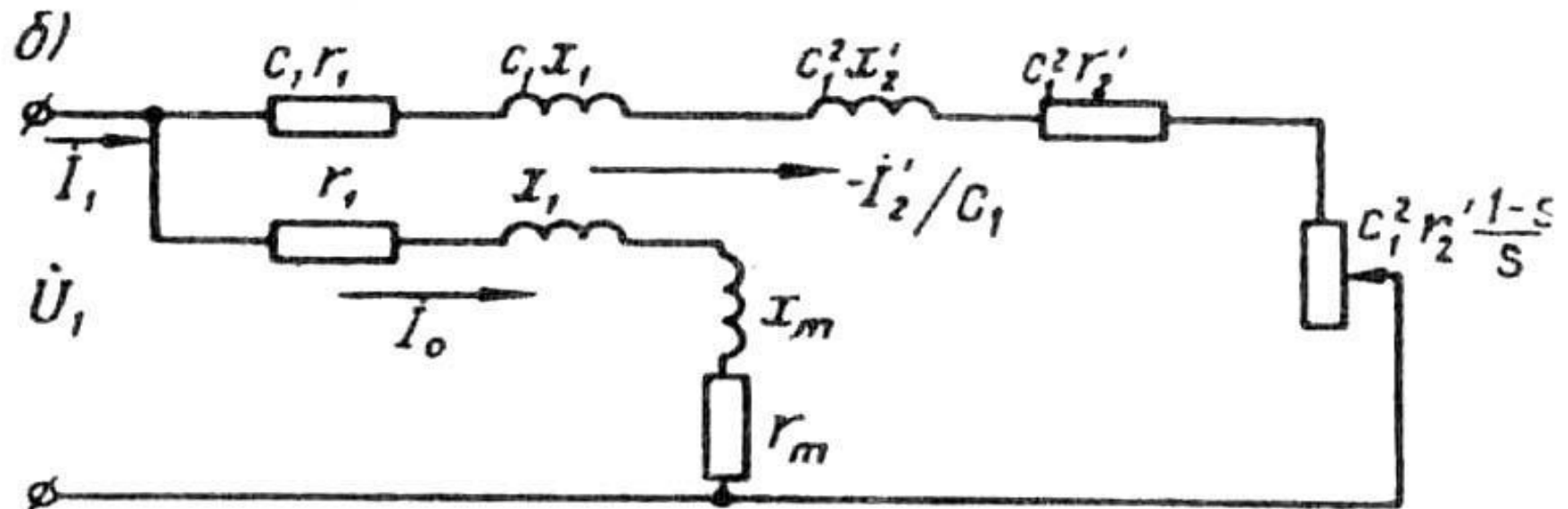
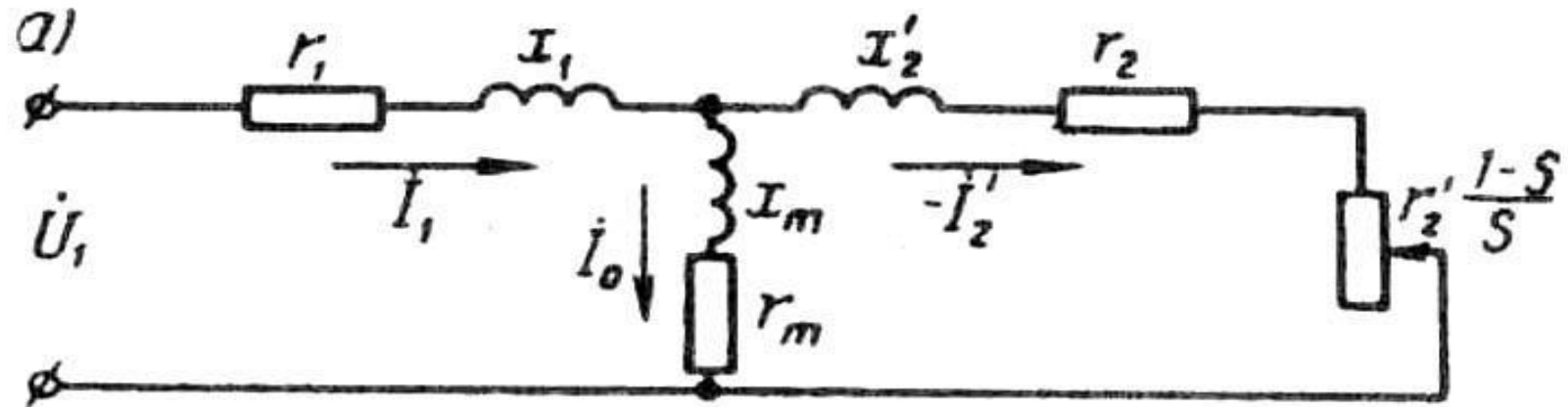
Ток I'_2 және ЭҚК E'_2 арасындағы фазалар ығысу бұрышы

$$\Psi_2 = \arctg(x'_2 s / r'_2).$$

АҚ векторлық диаграммасы



АҚ ток пен кернеулер өрнектеріне және векторлық диаграммаға АҚ электрлік орын басу сұлбасы келеді.



АҚ электрмагнит моменті

АҚ электрмагнит моменті ротор орамындағы ток пен айнымалы магнит өрісі арасындағы әрекеттен пайда болады. Электрмагнит момент M электрмагнит қуатына тура пропорционал:

$$M = P_{эм} / \omega_1$$

мұнда $\omega_1 = 2\pi n_1 / 60 = 2\pi f_1$ - синхронды бұрыштық жиіліктің жылдамдығы

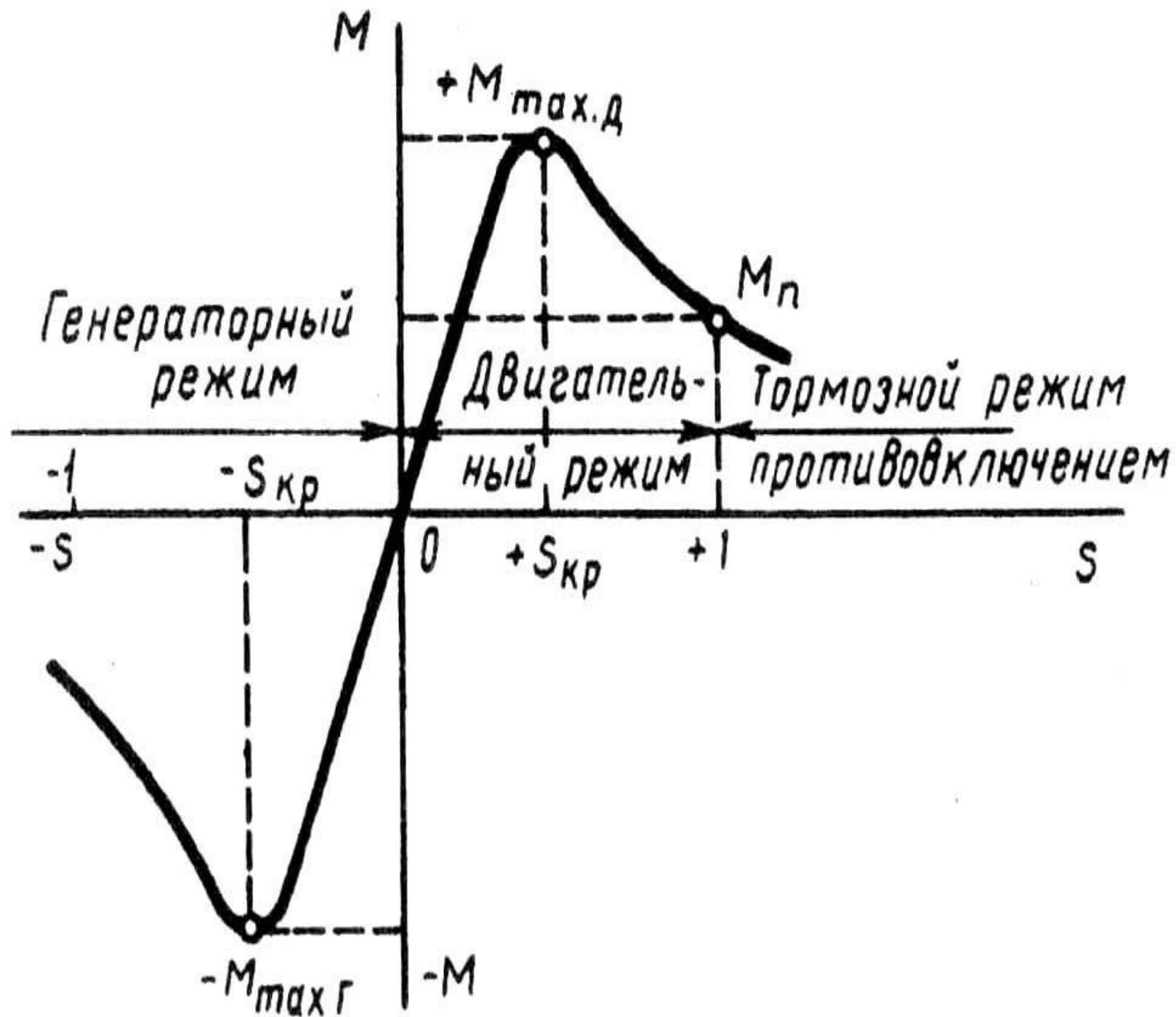
$$M = P_{\text{э2}} / (\omega_1 s) = m_1 I_2'^2 r_2' / (\omega_1 s)$$

яғни АҚ электрмагнит моменті ротор орамындағы электр шығындарға пропорционал болады.

АМ электрмагнит моментінің өрнегі (Нм):

$$M = \frac{m_1 U_1^2 r_2' p}{2\pi f s [(r_1 + r_2' / s)^2 + (x_1 + x_2')^2]}$$

Орын басу сұлбаның параметрлері тұрақты және $U_1 = \text{const}$, $f_1 = \text{const}$ болғанда момент пен сырғудың тәуелділігі $M = f(s)$ АМ механикалық сипаттамасы деп аталады.



Сырғудың мәндері $s = 0$ және $s = \infty$ тең болғанда электрмагнит моменті $M = 0$.

Сынау сырғыда $s_{\text{сын}}$ момент максималды мәніне жетеді M_{max} .

$$M = M_0 + M_2 = M_{\text{ст}}$$

мұнда M_0 - бос жүріс моменті.

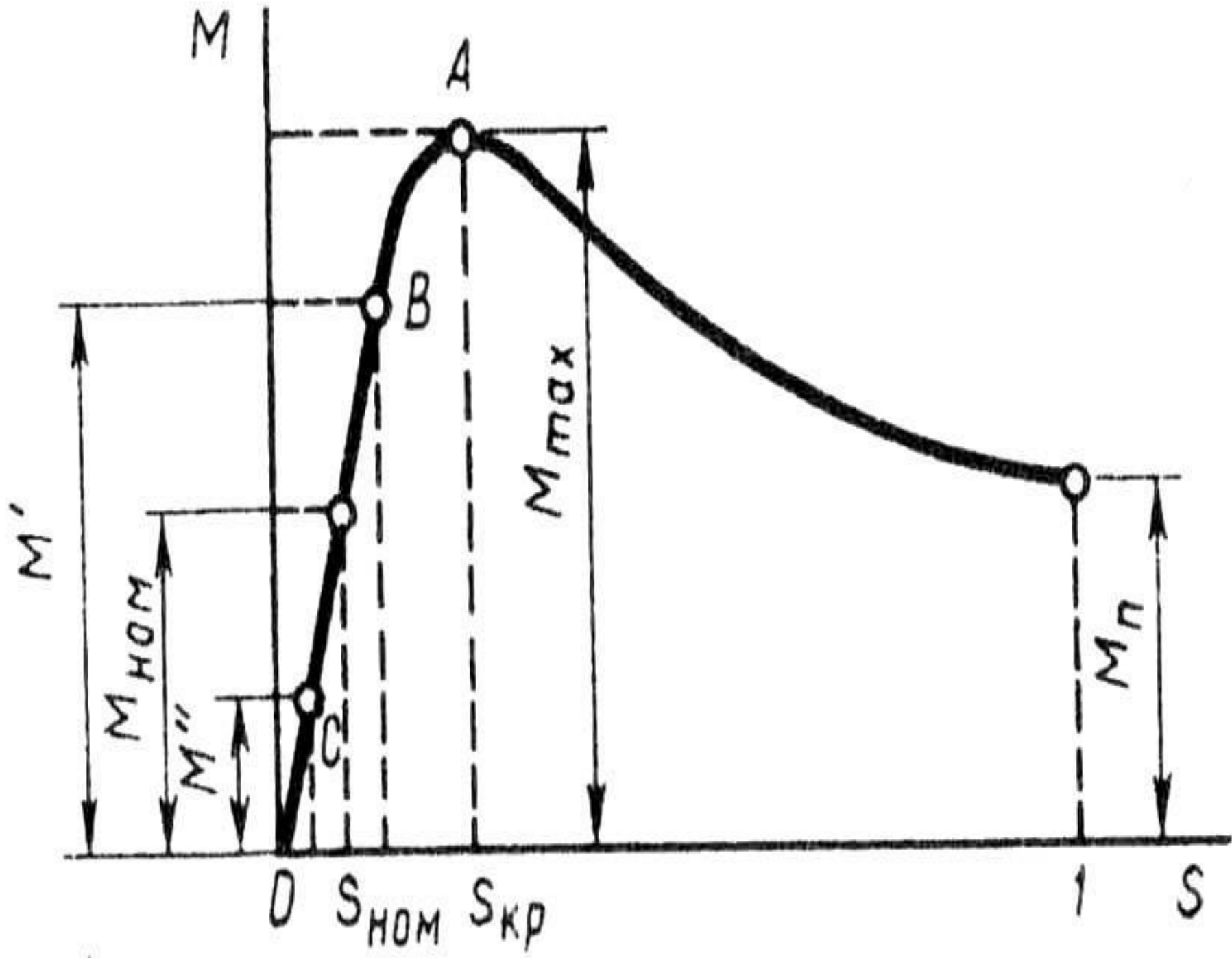
M_2 – пайдалы жүктеме моменті (қозғалтқыштың валындағы момент)

Қозғалтқыш режімінде сырғу ($0 < s \leq 1$) диапазонында жатады, ал электрмагнит моменті M айналдырушы моменті боп табылады;

Генератор ($-\infty < s < 0$) және қарама – қарсы тежілу режімдерінде ($1 < s < +\infty$) диапазондарында, онда электрмагнит моменті M тежілу моменті боп табылады.

АҚ электрмагнит моменті желінің кернеу квадратына пропорционал :

$$M \equiv U_1^2.$$



Статикалық момент $M_{ст}$ ротордың біркелкі айналғанда ($n_2 = const$) қарамақарсы моменттердің соммасына тең

Қозғалтқыштың жүктемелік қабылеттігі λ дегеніміз максималды моменттің M_{max} номиналды моментке $M_{ном}$ қатынасы

$$\lambda = M_{max} / M_{ном} = 1,7 \div 2,5.$$