

Методические указания по выполнению контрольной работы
«ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПО КАТАЛОЖНЫМ И
ПАСПОРТНЫМ ДАННЫМ»

1. Определение параметров двигателя постоянного тока независимого возбуждения	2
2. Определение параметров схемы замещения асинхронного двигателя по справочным данным.....	3
3. Определение параметров схемы замещения асинхронного двигателя по каталожным данным	6
Список используемой литературы	14
Приложение 1	14
Приложение 2.....	17
Приложение 3	18
Приложение 4.....	199
Приложение 5.....	211
Приложение 6.....	222

Выполнение контрольной работы по предложенной методике позволяет определить параметры ЭД постоянного тока и асинхронного ЭД, необходимые для разработки их компьютерных моделей.

Варианты заданий по выбору ЭД из приложений соответствуют порядковому номеру ФИО студента в списке группы.

Например, Аборкину А.А необходимо выполнить необходимые расчеты для ЭД №1 из приложений № 1-6

Составитель: Егоров И.Н.

1. Определение параметров двигателя постоянного тока независимого возбуждения

В каталогах (5,6) на двигатели постоянного тока приводятся следующие технические данные:

P_H - номинальная мощность двигателя, кВт;

U_H - номинальное напряжение, В;

I_H - номинальный ток двигателя, А;

$R_{яд}$ - сопротивление обмотки якоря двигателя при 15 °С, Ом;

η_H - сопротивление добавочных полюсов двигателя при 15 °С, Ом; $L_{дв}$ - индуктивность цепи обмотки якоря двигателя, Гн;

η_H - номинальный коэффициент полезного действия двигателя, %; n_H - номинальная частота вращения, $\frac{об}{мин}$;

$J_{дв}$ - момент инерции двигателя, кг*м².

$$R_{дв} = (R_{яд} + R_{дп}) = 0,5 \cdot \left(1 - \frac{\eta_H}{100}\right) \cdot \frac{U_H}{I_H}, \text{ Ом.}$$

Сопротивление обмотки якоря горячее при температуре двигателя, равной 75 °С:

$$R_{дв,гор} = 1,24 \cdot R_{дв}, \text{ Ом.}$$

Индуктивность цепи обмотки якоря двигателя

$$L_{дв} = k \cdot \frac{U_H}{2 \cdot p \cdot n_H \cdot I_H}, \text{ Гн,}$$

В тех случаях, когда в каталогах параметры двигателя не приводятся, их ориентировочно определяют по следующим формулам: Сопротивление цепи обмотки якоря [6]

где p - число пар полюсов двигателя;

$k = 6 \div 8$ - для быстроходных некомпенсированных машин;

$k = 8 \div 12$ - для нормальных некомпенсированных машин;

$k = 5 \div 6$ - для компенсированных машин.

Коэффициент ЭДС и электромагнитного момента

$$c = \frac{U_{\text{H}} - I_{\text{H}} \cdot R_{\text{дв.гор}}}{\omega_{\text{H}}}, \frac{\text{В} \cdot \text{с}}{\text{рад}},$$

где $\omega_{\text{H}} = \frac{\pi \cdot n_{\text{H}}}{30}$ номинальная угловая скорость двигателя, $\frac{\text{рад}}{\text{с}}$.

Номинальный электромагнитный момент двигателя

$$M_{\text{H}} = c \cdot I_{\text{H}}, \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Номинальный момент двигателя на валу

$$M_{\text{двн}} = \frac{1000 \cdot P_{\text{H}}}{\omega_{\text{H}}}, \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

2. Определение параметров схемы замещения асинхронного двигателя по справочным данным

В наиболее полных справочниках по асинхронным двигателям приведены следующие физические величины, необходимые для определения параметров его схемы замещения:

P_{H} - номинальная мощность двигателя, кВт;

U_{1H} - номинальное фазное напряжение, В;

η_{H} - коэффициент полезного действия электродвигателя в режиме номинальной мощности (100%-я нагрузка), %;

$\cos \varphi_{\text{V}}$ - коэффициент мощности в режиме номинальной мощности (100%-я нагрузка), о. е.;

$R'_{1\sigma}$ - активное сопротивление обмотки статора, о. е.;

$X'_{1\sigma}$ - индуктивное сопротивление рассеяния обмотки статора, о. е.;

R'_2 - активное сопротивление обмотки ротора, приведенное к обмотке статора, о. е.;

$X'_{2\sigma}$ - индуктивное сопротивление рассеяния обмотки ротора, приведенное к обмотке статора, о. е.;

X'_m ,- индуктивное сопротивление контура намагничивания (главное индуктивное сопротивление), о. е.

В этом случае нахождение параметров схемы замещения асинхронного двигателя не представляет сколько-нибудь заметных трудностей и выполняется в следующей последовательности.

Определяется номинальный ток статора двигателя

$$I_{1н} = \frac{P_H}{m_1 \cdot U_{1н} \cdot \cos \varphi_H \cdot \eta_H}.$$

Вычисляется базисное сопротивление

$$Z_{\sigma} = \frac{U_{1н}}{I_{1н}}.$$

Находятся параметры схемы замещения двигателя в физических величинах:

$$R_1 = R'_1 \cdot Z_{\sigma}, \text{ Ом.}$$

Активное сопротивление обмотки статора

Индуктивное сопротивление рассеяния обмотки статора

$$X_{1\sigma} = X'_{1\sigma} \cdot Z_{\sigma}, \text{ Ом.}$$

Активное сопротивление обмотки ротора, приведенное к обмотке статора,

$$R'_2 = R''_2 \cdot Z_{\sigma}, \text{ Ом.}$$

Индуктивное сопротивление рассеяния обмотки ротора, приведенное к обмотке статора,

$$X'_{2\sigma} = X''_{2\sigma} \cdot Z_{\sigma}, \text{ Ом.}$$

Индуктивное сопротивление контура намагничивания

$$X_m = X'_m \cdot Z_{\sigma}, \text{ Ом.}$$

Найденные параметры схемы замещения позволяют рассчитать статические характеристики асинхронного двигателя, например по формуле Клосса, т. е. без учета насыщения зубцов от полей рассеяния и вытеснения тока в

стержнях беличьей клетки.

Пример 1. Для короткозамкнутого асинхронного двигателя типа 4А112МВ6У3 определить параметры Т-образной схемы замещения. Двигатель имеет следующие технические данные:

- номинальная мощность двигателя $P_H = 4$ кВт
- номинальное фазное напряжение $U_{1H} = 220$ В;
- коэффициент полезного действия электродвигателя в режиме номинальной мощности (100%-я нагрузка) $\eta_H = 82,0$ %;
- коэффициент мощности в режиме номинальной мощности (100%-я нагрузка) $\cos \varphi_v = 0,81$ о. е.;
- активное сопротивление обмотки статора $R'_1 = 0,077$ о. е.;
- индуктивное сопротивление рассеяния обмотки статора $X'_{1\sigma} = 0,073$ о. е.;
- активное сопротивление обмотки ротора, приведенное к обмотке статора, $R'_2 = 0,062$ о. е.;
- индуктивное сопротивление рассеяния обмотки ротора, приведенное к обмотке статора, $X'_{2\sigma} = 0,11$ о. е.;
- индуктивное сопротивление контура намагничивания (главное индуктивное сопротивление) $X'_{m.} = 2,0$ о. е.

Решение

Номинальный ток статора двигателя

$$I_{1H} = \frac{P_H}{m_1 \cdot U_{1H} \cdot \cos \varphi_H \cdot \eta_H} = \frac{4000}{3 \cdot 220 \cdot 0,81 \cdot 0,82} = 9,125 \text{ А.}$$

Базисное сопротивление

$$Z_{\sigma} = \frac{U_{1H}}{I_{1H}} = \frac{220}{9,125} = 24,1 \text{ о. е.}$$

Параметры схемы замещения двигателя в физических величинах:

Активное сопротивление обмотки статора

$$R_1 = R'_1 \cdot Z_{\sigma} = 0,077 \cdot 24,1 = 1,856 \text{ Ом.}$$

Индуктивное сопротивление рассеяния обмотки статора

$$X_{1\sigma} = X'_{1\sigma} \cdot Z_{\sigma} = 0,073 \cdot 24,1 = 1,759 \text{ Ом.}$$

Активное сопротивление обмотки ротора, приведенное к обмотке статора,

$$R_2' = R_2'' \cdot Z_{\sigma} = 0,062 \cdot 24,1 = 1,494 \text{ Ом.}$$

Индуктивное сопротивление рассеяния обмотки ротора, приведенное к обмотке статора,

$$X_{2\sigma}' = X_{2\sigma}'' \cdot Z_{\sigma} = 0,11 \cdot 24,1 = 2,651 \text{ Ом.}$$

Индуктивное сопротивление контура намагничивания

$$X_m' = X_m' \cdot Z_{\sigma} = 2,0 \cdot 24,1 = 48,2 \text{ Ом.}$$

3. Определение параметров схемы замещения асинхронного двигателя по каталожным данным

Как правило, в каталогах на асинхронные двигатели приводятся следующие технические данные:

P_H - номинальная мощность двигателя, кВт;

U_{1H} - номинальное фазное напряжение, В;

I_{1H} - номинальный ток статора двигателя, А;

n_H - номинальная частота вращения, об/мин;

S_H - номинальное скольжение, о. е.;

η_H - коэффициент полезного действия электродвигателя в режиме номинальной мощности (100%-я нагрузка), %;

$\cos \varphi_H$ - коэффициент мощности в режиме номинальной мощности, о. е.;

$$k_i = \frac{I_H}{I_H} - \text{кратность пускового тока, о. е.};$$

$$k_{\text{п}} = \frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{н}}} \text{ – кратность пускового момента, о. е.};$$

$$k_{\text{max}} = \frac{M_{\text{кр}}}{M_{\text{н}}} \text{ – кратность максимального момента, о. е.};$$

$$k_{\text{min}} = \frac{M_{\text{min}}}{M_{\text{н}}} \text{ – кратность минимального момента, о. е.}$$

Эти данные позволяют определить параметры схемы замещения при следующих основных допущениях:

- магнитные и механические потери в двигателе составляют $0,02 \cdot P_{\text{н}}$;
- активные сопротивления статорной и роторной обмоток полагаются независимыми от режима работы двигателя, т. е. эффекты вытеснения тока не учитываются.

Определяется ток холостого хода асинхронного двигателя [8]

$$I_0 = \sqrt{\frac{I_{11}^2 - [p_* I_{1\text{н}} (1 - s_{\text{н}}) / (1 - p_* s_{\text{н}})]^2}{1 - [p_* (1 - s_{\text{н}}) / (1 - p_* s_{\text{н}})]^2}},$$

где $I_{1\text{н}}$ – номинальный ток статора двигателя, А;

$s_{\text{н}} = (n_0 - n_{\text{н}}) / n_0$ – номинальное скольжение, о. е.;

n_0 – синхронная частота вращения, об/мин;

$U_{1\text{н}}$ – номинальное фазное напряжение, В;

$$I_{11} = \frac{p_* \cdot P_{\text{н}}}{m_1 \cdot U_{1\text{н}} \cdot \cos \varphi_{p_*} \cdot \eta_{p_*}}$$

- ток статора двигателя при частичной нагрузке, А;

$\cos \varphi_{p_*}$ – коэффициент мощности при частичной нагрузке, о. е.;

η_{p_*} – КПД электродвигателя при частичной нагрузке, о. е.;

$p_* = P / P_{\text{н}}$ – коэффициент загрузки двигателя, о. е.;

P – мощность двигателя при частичной нагрузке, кВт.

Коэффициенты мощности и КПД при частичной нагрузке в технической литературе приводятся редко, а для целого ряда серий электрических машин такие данные в справочной литературе отсутствуют. Эти параметры можно

определить, руководствуясь следующими соображениями:

- современные асинхронные двигатели проектируются таким образом, что наибольший КПД достигается при нагрузке на 10÷15 % меньше номинальной [4]. Двигатели рассчитываются так потому, что большинство из них, в силу стандартной дискретной шкалы мощностей, работают с некоторой недогрузкой. Поэтому КПД при номинальной нагрузке и нагрузке $p^* = 0,75$ практически равны между собой, т. е.

$$\eta_H \approx \eta_{0,75};$$

- коэффициент мощности при той же нагрузке ($p^* = 0,75$) сильно отличается от коэффициента мощности при номинальной нагрузке, причем это отличие в значительной степени зависит от мощности двигателя и для известных серий асинхронных двигателей с достаточной для практики точностью подчиняется зависимости, приведенной на рис. 4.4.

Из формулы Клосса определим выражение для расчета критического скольжения

$$s_k = s_H \frac{k_{\max} + \sqrt{(k_{\max})^2 - [1 - 2 \cdot s_H \cdot \beta \cdot (k_{\max} - 1)]}}{1 - 2 \cdot s_H \cdot \beta \cdot (k_{\max} - 1)}, \quad (4.28)$$

где $\beta = R_1 / (C_1 \cdot R_2'); \quad (4.29)$

$$C_1 = 1 + [I_0 / (2 \cdot k_i \cdot I_{1H})]. \quad (4.30)$$

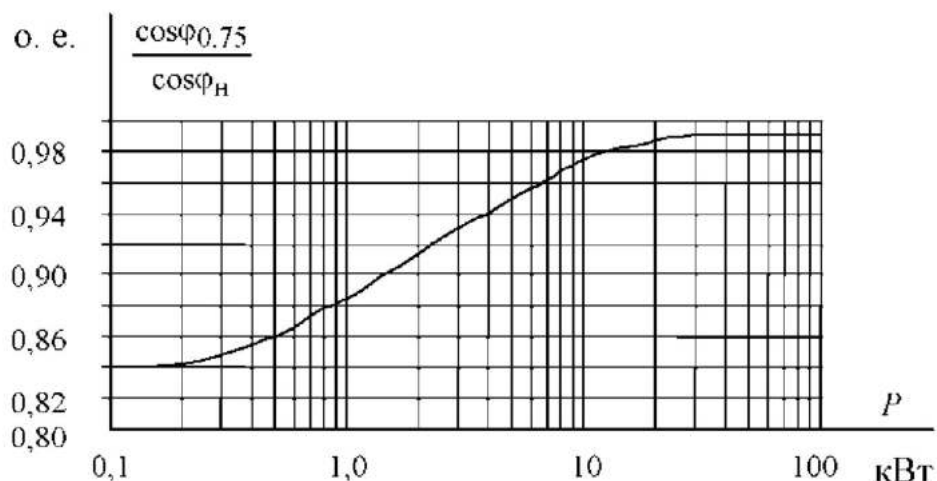


Рис. 4. Зависимость $\cos \varphi_{0,75} / \cos \varphi_H$ от мощности асинхронного

двигателя

Значение коэффициента P , согласно источнику [4], находится в диапазоне $0,6 + 2,5$.

Определим коэффициент

$$A_1 = m \cdot U_{1H}^2 \cdot (1 - s_H) / (2 \cdot C_1 \cdot k_{\max} \cdot P_H),$$

тогда активное сопротивление ротора, приведенное к обмотке статора асинхронного двигателя,

$$R_2' = A_1 / (\beta + 1/s_K) C_1, \text{ Ом.}$$

Активное сопротивление статорной обмотки можно найти по следующему выражению:

$$R_1 = C_1 \cdot R_2' \cdot \beta, \text{ Ом.}$$

Определим параметр γ , который позволяет найти индуктивное сопротивление короткого замыкания $X_{кн}$:

$$\gamma = \sqrt{(1/s_K^2) - \beta^2}.$$

Очевидно, что при отрицательном подкоренном выражении первоначально принятое значение в необходимо изменить.

Тогда индуктивное сопротивление короткого замыкания

$$X_{кн} = \gamma \cdot C_1 \cdot R_2'.$$

Для того чтобы выделить из индуктивного сопротивления короткого замыкания $X_{кн}$ сопротивления рассеяния фаз статора $X_{1\sigma H}$ и ротора

$X_{2\sigma}$, воспользуемся соотношениями [8], которые справедливы для серийных асинхронных двигателей.

$$X_{2\sigma H}' = 0,58 \cdot X_{кн} / C_1, \text{ Ом.}$$

Индуктивное сопротивление рассеяния фазы статорной обмотки может быть определено по следующему выражению:

$$X_{1\sigma H} = 0,42 \cdot X_{кн}, \text{ Ом.}$$

Индуктивное сопротивление рассеяния фазы роторной обмотки,

приведенное к статорной, может быть рассчитано по уравнению

Согласно векторной диаграмме (см. рис. 4.7) ЭДС ветви намагничивания E_{mH} , наведенная потоком воздушного зазора в обмотке статора в номинальном режиме, равна

$$E_{mH} = \sqrt{(U_{1H} \cdot \cos \varphi_{1H} - R_1 \cdot I_{1H})^2 + (U_{1H} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \varphi_{1H}} - X_{10H} \cdot I_{1H})^2},$$

тогда индуктивное сопротивление контура намагничивания

$$X_{mH} = E_{mH} / I_0.$$

Приведенная методика дает удовлетворительное схождение расчетных механических характеристик и механических характеристик, построенных по трем паспортным точкам на рабочем участке механической характеристики, т. е. при изменении скольжения s от 0 до s_k .

Используя параметры схемы замещения, можно произвести расчет механических и электромеханических характеристик асинхронного двигателя.

Пример 4.2. Для короткозамкнутого асинхронного двигателя типа 4А112МВ6У3 определить параметры Т-образной схемы замещения. Двигатель имеет следующие технические данные:

- номинальная мощность $P_H = 4$ кВт;
- номинальное фазное напряжение $U_{1H} = 220$ В;
- синхронная частота вращения $n_0 = 1000$ об/мин;
- номинальное скольжение $s_H = 0,051$ о. е.;
- коэффициент полезного действия электродвигателя в режиме номинальной мощности (100%-я нагрузка) $\eta_H = 82$ %;
- коэффициент мощности в режиме номинальной мощности $\cos \varphi_H = 0,81$ о. е.;
- кратность пускового тока $I_{п} / I_{1H} = k_i = 6$ о. е.;
- кратность пускового момента $M_{п} / M_H = k_{п} = 2$ о. е.;
- кратность максимального момента $M_{\max} / M_H = k_{\max} = 2,2$ о. е.;
- кратность минимального момента $M_{\min} / M_H = k_{\min} = 1,6$ о. е.

Решение

Ток холостого хода асинхронного двигателя

$$I_0 = \sqrt{\frac{I_{11}^2 - [p_* I_{1H}(1 - s_H)/(1 - p_* s_H)]^2}{1 - [p_*(1 - s_H)/(1 - p_* s_H)]^2}} =$$

$$= \sqrt{\frac{7,29^2 - [0,75 \cdot 9,125 \cdot (1 - 0,051) \cdot (1 - 0,75 \cdot 0,051)]^2}{1 - [0,75(1 - 0,051) \cdot (1 - 0,75 \cdot 0,051)]^2}} = 4,046 \text{ А,}$$

где $I_{1H} = \frac{P_H}{m_1 \cdot U_{1H} \cdot \cos \varphi_H \cdot \eta_H} = \frac{4000}{3 \cdot 220 \cdot 0,81 \cdot 0,82} = 9,125 \text{ А}$ – номинальный ток статора двигателя;

$m_1 = 3$ – число фаз асинхронного двигателя;

$$I_{11} = \frac{p_* \cdot P_H}{m_1 \cdot U_{1H} \cdot \cos \varphi_{p_*} \cdot \eta_{p_*}} = \frac{0,75 \cdot 4000}{3 \cdot 220 \cdot 0,76 \cdot 0,82} = 7,29 \text{ А}$$
 – ток статора

двигателя при частичной нагрузке;

$\cos \varphi_{p_*} = 0,94 \cdot \cos \varphi_H = 0,94 \cdot 0,81 = 0,76$ о. е. – коэффициент мощности при частичной нагрузке (см. рис. 1.6);

$\eta_{p_*} = \eta_H = 0,82$ о. е. – КПД при частичной нагрузке;

$p_* = P/P_H = 0,75$ о. е. – коэффициент загрузки двигателя. Критическое

скольжение

$$s_K = s_H \frac{k_{\max} + \sqrt{(k_{\max})^2 - [1 - 2 \cdot s_H \cdot \beta \cdot (k_{\max} - 1)]}}{1 - 2 \cdot s_H \cdot \beta \cdot (k_{\max} - 1)} =$$

$$= 0,051 \frac{2,2 + \sqrt{2,2^2 - [1 - 2 \cdot 0,051 \cdot 1,3(2,2 - 1)]}}{1 - 2 \cdot 0,051 \cdot 1,3(2,2 - 1)} = 0,2547.$$

Значение коэффициента β , согласно [4], находится в диапазоне

$0,6 = 2,5$. Принимаем $\beta = 1,3$.

Определим коэффициенты:

$$C_1 = 1 + \frac{I_0}{2 \cdot k_i \cdot I_{1H}} = 1 + \frac{4,046}{2 \cdot 6 \cdot 9,125} = 1,037;$$

$$A_1 = \frac{m \cdot U_{1H}^2 \cdot (1 - s_H)}{2 \cdot C_1 \cdot k_{\max} \cdot P_H} = \frac{3 \cdot 220^2 (1 - 0,051)}{2 \cdot 1,037 \cdot 2,2 \cdot 4000} = 7,55.$$

Активное сопротивление ротора, приведенное к обмотке статора

асинхронного двигателя,

$$R_2' = \frac{A_1}{(\beta + 1/s_k) \cdot C_1} = \frac{7,55}{(1,3 + 1/0,2435) \cdot 1,037} = 1,393 \text{ Ом.}$$

Активное сопротивление обмотки статора

$$R_1 = C_1 \cdot R_2' \cdot \beta = 1,037 \cdot 1,393 \cdot 1,3 = 1,878 \text{ Ом.}$$

Определим параметр γ , который позволяет найти индуктивное сопротивление короткого замыкания X :

$$\gamma = \sqrt{(1/s_k^2) - \beta^2} = \sqrt{(1/0,2547^2) - 1,3^2} = 3,704.$$

Тогда

$$X_{кн} = \gamma \cdot C_1 \cdot R_2' = 3,704 \cdot 1,037 \cdot 1,393 = 5,352.$$

Индуктивное сопротивление рассеяния фазы роторной обмотки, приведенное к статорной, может быть рассчитано по уравнению

$$X_{2\sigmaн}' = 0,58 \cdot X_{кн} / C_1 = 0,58 \cdot 5,352 / 1,037 = 2,994 \text{ Ом.}$$

Индуктивное сопротивление рассеяния фазы статорной обмотки может быть определено по следующему выражению:

$$X_{1\sigmaн} = 0,42 \cdot X_{кн} = 0,42 \cdot 5,352 = 2,248 \text{ Ом.}$$

ЭДС ветви намагничивания E_m , наведенная потоком воздушного зазора в обмотке статора в номинальном режиме, равна

$$\begin{aligned} E_m &= \sqrt{(U_{1н} \cdot \cos \varphi_{1н} - R_1 \cdot I_{1н})^2 + (U_{1н} \sqrt{1 - \cos^2 \varphi_{1н}} - X_{1\sigmaн} \cdot I_{1н})^2} = \\ &= \sqrt{(220 \cdot 0,81 - 1,878 \cdot 9,125)^2 + (220 \sqrt{1 - 0,81^2} - 2,248 \cdot 9,125)^2} = 194,15 \text{ В,} \end{aligned}$$

тогда индуктивное сопротивление контура намагничивания

$$X_{mн} = \frac{E_m}{I_0} = \frac{194,15}{4,046} = 47,98 \text{ Ом.}$$

В табл. 4.2 приведены параметры схемы замещения асинхронного

двигателя, рассчитанные по каталожным данным (строка 1), заложенные в проектные расчеты этого двигателя [4] (строка 2), а также погрешность 5, %, определения каждого из параметров (строка 3).

Таблица 4.2

Параметр	R_1	$X_{1\sigma}$	R_2'	$X_{2\sigma}'$	X_m
Расчет	1,878	2,248	1,393	2,994	47,98
Проект	1,856	1,759	1,494	2,651	48,2
Погрешность, %	1,17	21,7	8,0	11,4	0,456

Как следует из анализа результатов, приведенных в табл. 4.2, сходимость расчетных параметров схемы замещения и проектных данных завода-изготовителя в основном находится в инженерных допусках.

Список используемой литературы

1. Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Общий курс электропривода: учебник для вузов. - М.: Энергоиздат, 1981. - 576 с.
2. Москаленко В.В. Автоматизированный электропривод: учебник для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 416 с.
3. Приводы машин: справочник / В.В. Длоугий, Т.И. Муха, А.П. Цупиков, Б.В. Януш; под общ. ред. В.В. Длоугого. - 2-е изд., пере- раб. и доп. - Л.: Машиностроение, Ленингр. Отд-ние, 1982. - 383 с.
4. Справочник по электрическим машинам: в 2 т.; под общ. ред. И.П. Копылова, Б.К. Клокова. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 688 с.: ил.
5. Вешеневский С.Н. Характеристики двигателей в электроприводе. - М.: Энергия, 1977. - 432 с.
6. Башарин А.В., Голубев Ф.Н., Кепперман В.Г. Примеры расчетов автоматизированного электропривода. - Л., Энергия, 1971. - 440 с.
7. Асинхронные двигатели серии 4А. Справочник / А.Э. Кравчик, М.М. Шлаф, В.И. Афонин, Е.А. Соболевская. - М.: Энергоатомиздат, 1982. - 380 с.
8. Мощинский Ю.А., Беспалов В.Я., Кирякин А.А. Определение параметров схемы замещения асинхронной машины по каталожным данным // Электричество. - 1998. - № 4. - С. 39-42.
9. Автоматизированный электропривод промышленных установок; под ред. Г.Б. Онищенко. - М.: РАСХН, 2001. - 520 с.
10. Чернышев А.Ю. Автоматизированный электропривод: методические указания и задания по курсовому проектированию. - Томск: Изд. ТПИ, 1974. -19 с.
11. Андреев В.П., Сабинин Ю.А. Основы электропривода. - Л.-М.: Госэнергоиздат, 1963. - 722 с.
12. Чернышев А.Ю., Кояин Н.В. Проектирование электрических приводов: учебно-метод. пособие. - Томск: Изд. ТПУ, 2005
13. Теория электропривода. Примеры расчетов: учебное пособие / Г.И. Драчев, М.А. Григорьев, А.Н. Шишков, С.М. Бутаков, А.В. Валов; под ред. Г.И. Драчева. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2012. – 192 с.

Приложение 1

Технические данные асинхронных двигателей с фазным ротором
 типа МТ, МТВ, МТН ($U_{1л} = 380 \text{ В}$; $U_{1ф} = 220 \text{ В}$; 50 Гц; ПВ, % = 25)

Тип	$P_{н}$, кВт	$n_{н}$, об/ мин	$\frac{M_{max}}{M_{н}}$	Статор					
				$\cos\varphi$		$I_{н}$, А	I_0 , А	R_1 , Ом	$X_{1\sigma}$, Ом
				ном.	х.х.				
МТ011-6	1,4	885	2,3	0,65	0,15	5,3	3,9	5,98	3,93
МТ012-6	2,2	895	2,3	0,67	0,13	7,5	5,4	3,6	2,58
МТ111-6	3,5	915	2,3	0,7	0,11	10,5	6,6	2,116	203
МТ112-6	5	925	2,5	0,69	0,12	14,8	9,5	1,32	1,39
МТ211-6	7,5	935	2,5	0,7	0,09	20,8	11,8	0,68	107
МТВ311-6	11	945	2,8	0,73	0,09	28,6	16,7	0,54	0,575
МТВ311-8	7,5	695	2,5	0,71	0,09	21	14	0,88	0,965
МТВ312-6	16	955	2,8	0,77	0,08	37,6	20,6	0,33	0,41
МТВ312-8	11	710	2,8	0,66	0,1	33	22,1	0,53	0,56
МТВ411-6	22	965	2,8	0,71	0,07	55	33,2	0,19	0,31
МТВ411-8	16	715	2,8	0,65	0,08	45,7	30,2	0,285	0,43
МТВ412-6	30	970	2,8	0,73	0,06	70,5	42	0,125	0,23
МТВ412-8	22	720	2,8	0,69	0,07	58,0	37,1	0,207	0,32
МТВ511-8	30	720	2,8	0,68	0,06	77	46	0,123	0,245
МТВ512-8	40	730	2,8	0,69	0,06	101	60	0,08	0,17
МТВ611-10	45	575	3	0,7	0,066	115	80	0,087	0,189
МТВ612-10	60	578	3	0,72	0,061	145	93	0,055	0,142
МТВ613-10	80	580	3	0,72	0,056	190	120	0,042	0,107
МТВ711-10	100	584	2,8	0,67	0,053	255	180	0,025	0,096
МТВ712-10	125	587	2,8	0,66	0,045	320	230	0,016	0,08
МТВ713-10	160	587	2,8	0,68	0,04	395	285	0,012	0,061
МТН111-6	3,5	870	1,2	0,72	0,154	11,6	9,87	2,62	1,7
МТН112-6	5,3	885	2	0,76	0,123	15,3	11,8	1,61	1,14
МТН211-6	8,32	900	2	0,7	0,112	24,6	19	0,835	0,88
МТН311-6	13	925	2,5	0,74	0,095	35	23,2	0,51	0,645
МТН312-6	17,5	945	2,4	0,77	0,092	43	34,4	0,337	0,431
МТН311-8	9	675	2	0,74	0,12	26,1	17,7	0,98	0,843
МТН312-8	13	690	2,5	0,74	0,106	34,7	27,5	0,534	0,529
МТН411-6	27	950	3	0,77	0,08	65	39,7	0,219	0,271
МТН412-6	36	955	3,1	0,75	0,071	87	51,8	0,133	0,197
МТН411-8	18	695	2,5	0,73	0,086	48	29,8	0,352	0,507
МТН412-8	26	710	2,5	0,68	0,084	72	49,6	0,202	0,313
МТН511-8	34	695	2,3	0,77	0,07	82	47,4	0,164	0,232
МТН512-8	45	695	3	0,79	0,08	104	53,1	0,103	0,172
МТН611-10	53	560	3,2	0,76	0,08	128	78,1	0,086	0,18
МТН612-10	70	560	2,6	0,77	0,06	165	88,7	0,06	0,136
МТН613-10	90	570	2,1	0,76	0,06	207	120	0,042	0,102
МТН711-10	125	580	2,3	0,74	0,042	287	155	0,026	0,078
МТН712-10	155	580	2,3	0,75	0,044	355	183	0,02	0,064
МТН713-10	200	582	2,3	0,73	0,042	458	247	0,014	0,048

Тип	$P_{\text{н}},$ кВт	$n_{\text{н}},$ об/ мин	$J_{\text{дв}},$ кг·м ²	Ротор				
				$E_{2\text{н}},$ В	$I_{2\text{н}},$ А	$R_2,$ Ом	$X_{2\sigma},$ Ом	$k_e,$ о.е.
МТ011-6	1,4	885	0,0212	112	9,3	0,695	0,565	3,14
МТ012-6	2,2	895	0,0288	144	11	0,67	0,585	2,5
МТ111-6	3,5	915	0,0488	181	13,7	0,525	0,755	1,96
МТ112-6	5	925	0,0675	206	16,6	0,5	0,43	1,72
МТ211-6	7,5	935	0,115	255	19,8	0,44	0,88	1,38
МТВ311-6	11	945	0,225	172	42,5	0,11	0,225	2,1
МТВ311-8	7,5	695	0,275	251	20,5	0,47	0,72	1,41
МТВ312-6	16	955	0,313	208	49,5	0,099	0,25	1,75
МТВ312-8	11	710	0,385	182	41	0,13	0,23	1,96
МТВ411-6	22	965	0,5	225	61	0,066	0,23	1,6
МТВ411-8	16	715	0,538	207	49,5	0,103	0,25	1,73
МТВ412-6	30	970	0,675	259	72	0,055	0,225	1,4
МТВ412-8	22	720	0,75	234	59	0,09	0,24	1,53
МТВ511-8	30	720	1,025	280	67,5	0,082	0,28	1,28
МТВ512-8	40	730	1,4	322	76,5	0,072	0,24	1,12
МТВ611-10	45	575	4,25	185	155	0,027	0,046	1,93
МТВ612-10	60	578	5,25	245	153	0,033	0,062	1,44
МТВ613-10	80	580	6,25	320	155	0,038	0,078	1,12
МТВ711-10	100	584	10,25	275	230	0,017	0,066	1,28
МТВ712-10	125	587	12,7	345	225	0,02	0,082	1,01
МТВ713-10	160	587	15	420	235	0,022	0,098	0,84
МТН111-6	3,5	870	0,195	178	16,5	0,671	0,565	4,54
МТН112-6	5,3	885	0,27	217	19	0,603	0,625	3,1
МТН211-6	832	900	0,46	257	23	0,456	0,666	2,18
МТН311-6	13	925	0,9	186	51	0,124	0,241	4,2
МТН312-6	17,5	945	1,25	233	54	0,125	0,254	2,66
МТН311-8	9	675	1,1	264	26	0,498	0,643	2,07
МТН312-8	13	690	1,25	178	53	0,13	0,1825	4,54
МТН411-6	27	950	2	247	77	0,08	0,233	2,37
МТН412-6	36	955	2,7	274	88	0,059	0,173	1,96
МТН411-8	18	695	2,15	221	59	0,125	0,245	2,96
МТН412-8	26	710	3	266	68	0,102	0,231	2,03
МТН511-8	34	695	4,3	297	81	0,124	0,448	1,645
МТН512-8	45	695	5,7	319	94	0,091	0,356	1,415
МТН611-10	53	560	17	197	185	0,0274	0,176	3,72
МТН612-10	70	560	21	262	181	0,033	0,133	2,1
МТН613-10	90	570	25	339	179	0,0384	0,0988	1,26
МТН711-10	125	580	41	288	294	0,017	0,077	1,74
МТН712-10	155	580	51	345	295	0,0189	0,091	1,21
МТН713-10	200	582	60	431	305	0,021	0,109	0,78

Приложение 2

Технические данные асинхронных двигателей с фазным ротором
 типа МТМ ($U_{лл} = 380 \text{ В}$; $U_{лф} = 220 \text{ В}$; 50 Гц; ПВ, % = 40)

Тип	$P_{н}$, кВт	$n_{н}$, об/ мин	$\frac{M_{max}}{M_{н}}$	Статор					
				$\cos\varphi$		$I_{лн}$, А	I_0 , А	R_1 , Ом	$X_{л\sigma}$, Ом
				ном.	х.х.				
МТМ111-6	2,2	885	2,3	0,76	0,13	6,6	4,6	4,33	2,61
МТМ112-6	3,5	895	2,3	0,75	0,13	9,5	7,25	2,8	1,67
МТМ211-6	5	920	2,5	0,75	0,1	13,6	9,7	1,41	1,29
МТМ311-6	7,5	945	2,5	0,73	0,095	20	14,2	0,9	0,663
МТМ311-8	5	685	2,5	0,73	0,12	14,7	10,2	1,76	1,24
МТМ312-8	11	950	2,8	0,76	0,09	27,3	17,8	0,595	0,485
МТМ312-8	7,5	695	2,5	0,74	0,105	20,6	13,9	1,04	0,833
МТМ411-6	16	957	2,8	0,78	0,075	38	21,4	0,323	0,398
МТМ411-8	11	710	2,8	0,7	0,085	30	21	0,465	0,543
МТМ412-6	22	960	2,8	0,8	0,07	48,5	24,2	0,218	0,312
МТМ412-8	16	715	2,8	0,7	0,08	42,5	30	0,316	0,371
МТМ511-8	22	715	2,8	0,736	0,07	55	37	0,205	0,284
МТМ512-8	30	716	2,8	0,73	0,07	72	46	0,141	0,214
МТМ611-10	38	577	3,0	0,75	0,07	90	57	0,119	0,222
МТМ612-10	50	577	2,8	0,77	0,06	114	66	0,088	0,176
МТМ613-10	63	580	2,9	0,74	0,06	140	80	0,061	0,14
МТМ711-10	80	585	2,7	0,73	0,05	188	115	0,033	0,122
МТМ712-10	100	587	2,8	0,7	0,05	240	150	0,022	0,094
МТМ713-10	125	587	2,9	0,75	0,04	275	156	0,018	0,081

Приложение 3

Технические данные асинхронных двигателей с фазным ротором
 типа МТФ ($U_{1Л} = 380$ В; $U_{1Ф} = 220$ В; 50 Гц; ПВ % = 25)

Тип	$P_H,$ кВт	$n_H,$ об/ мин	$\frac{M_{max}}{M_H}$	Статор					
				cosφ		$I_{1H},$ А	$I_0,$ А	$R_1,$ Ом	$X_{1σ},$ Ом
				ном.	х.х.				
МТФ011-6	1,7	850	2	0,72	0,166	5,9	4,9	5,78	3,6
МТФ012-6	2,7	840	1,9	0,74	0,14	8,9	6,12	3,63	2,51
МТФ111-6	4,1	870	1,9	0,79	0,108	11,7	7,45	2,1	1,93
МТФ112-6	5,8	915	2,4	0,74	0,105	16	11,35	1,26	1,26
МТФ211-6	9	915	2,1	0,74	0,085	24	14,35	0,755	1,05
МТФ311-6	13	935	2,5	0,74	0,093	34,5	23,2	0,48	0,645
МТФ312-6	17,5	950	2,4	0,77	0,085	42,5	28,7	0,23	0,334
МТФ311-8	9	680	2,0	0,74	0,108	25,6	17,7	0,835	0,843
МТФ312-8	13	695	2,5	0,76	0,081	34	24,2	0,365	0,53
МТФ411-6	27	955	3	0,77	0,077	64	40	0,197	0,287
МТФ412-6	36	965	3	0,75	0,069	86	51,8	0,124	0,197
МТФ411-8	18	700	2,5	0,73	0,083	46,7	29,8	0,327	0,53
МТФ412-8	26	715	2,5	0,68	0,08	71	49,6	0,182	0,313

Тип	$P_H,$ кВт	$n_H,$ об/ мин	$J_{дв},$ кг·м ²	Ротор				
				$E_{2H},$ В	$I_{2H},$ А	$R_2,$ Ом	$X_{2σ},$ Ом	$k_e,$ о.е.
МТФ011-6	1,7	850	0,085	126	12	0,77	0,566	9,06
МТФ012-6	2,7	840	0,115	154	15	0,745	0,59	6,06
МТФ111-6	4,1	870	0,195	175	18,7	0,6	0,57	4,65
МТФ112-6	5,8	915	0,27	217	19	0,5	0,648	3,1
МТФ211-6	9	915	0,46	273	25	0,485	0,855	1,92
МТФ311-6	13	935	0,9	184	51	0,111	0,241	4,2
МТФ312-6	17,5	950	1,25	233	54	0,107	0,244	2,66
МТФ311-8	9	680	1,1	264	26	0,46	0,643	2,07
МТФ312-8	13	695	1,55	178	53	0,122	0,182	4,54
МТФ411-6	27	955	2	246	77	0,076	0,236	2,37
МТФ412-6	36	965	2,7	271	88	0,055	0,173	1,96
МТФ411-8	18	700	2,15	221	59	0,117	0,26	2,94
МТФ412-8	26	715	3	226	68	0,095	0,231	2,03

Приложение 4

Технические данные двигателей серии 4А с фазным ротором 4АК, 4АНК

$U_{1Л} = 380 \text{ В}; U_{1Ф} = 220 \text{ В}; 50 \text{ Гц}; \text{ПВ, \%} = 100$

Тип	$P_{н},$ кВт	$s_{н},$ о. е.	КПД, о. е.	$\cos\varphi_{н},$ о. е.	$\frac{M_{\max}}{M_{н}},$ о. е.	$I_{2н},$ А	$E_{2н},$ В	$J_{дв},$ кг·м ²
Синхронная частота вращения 1500 об/мин								
4АК160S4У3	11	0,05	0,865	0,86	3	22	305	0,125
4АК160М4У3	14	0,04	0,885	0,87	3,5	29	300	0,163
4АК180М4У3	18	0,035	0,89	0,88	4	38	295	0,288
4АК200М4У3	22	0,025	0,90	0,87	4	45	340	0,463
4АК200L4У3	30	0,025	0,905	0,87	4	55	350	0,563
4АК225М4У3	37	0,035	0,90	0,87	3	160	160	0,8
4АК250SA4У3	45	0,03	0,91	0,88	3	170	230	1,25
4АК250SB4У3	55	0,03	0,905	0,9	3	170	200	1,37
4АК250М4У3	71	0,025	0,915	0,86	3	170	250	1,5
Синхронная частота вращения 1000 об/мин								
4АК160S6У3	7,5	0,05	0,825	0,77	3,5	18	300	0,175
4АК160М6У3	10	0,045	0,845	0,76	3,8	20	310	0,225
4АК180М6У3	13	0,045	0,855	0,8	4	25	325	0,275
4АК200М6У3	18,5	0,035	0,88	0,81	3,5	35	360	0,5
4АК200L6У3	22	0,035	0,88	0,8	3,5	45	330	0,563
4АК225М6У3	30	0,035	0,89	0,85	2,5	150	140	0,925
4АК250S6У3	37	0,035	0,89	0,84	2,5	165	150	1,5
4АК250М6У3	45	0,03	0,905	0,87	2,5	160	180	1,625
Синхронная частота вращения 750 об/мин								
4АК160S8У3	5,5	0,065	0,8	0,7	2,5	14	300	0,175
4АК160М8У3	7,5	0,06	0,82	0,7	3	16	290	0,225
4АК180М8У3	11,5	0,04	0,855	0,72	3,5	25	270	0,313
4АК200М8У3	15	0,035	0,86	0,7	3	28	360	0,5
4АК200L8У3	18,5	0,035	0,86	0,73	3	40	300	0,565
4АК225М8У3	22	0,045	0,87	0,82	2,2	140	102	0,925
4АК250S6У3	30	0,04	0,885	0,81	2,2	155	125	1,5
4АК250М6У3	37	0,035	0,89	0,8	2,2	155	148	1,75
Синхронная частота вращения 1500 об/мин								
4АНК160S4У3	14	0,05	0,865	0,85	3	27	330	0,13
4АНК160М4У3	17	0,05	0,88	0,87	3,5	34	315	0,17
4АНК180S4У3	22	0,055	0,87	0,86	3,2	43	300	0,247
4АНК180М4У3	30	0,045	0,88	0,81	3,2	63	290	0,3
4АНК200М4У3	37	0,03	0,90	0,88	3	62	360	0,48
4АНК200L4У3	45	0,035	0,90	0,88	3	75	375	0,585
4АНК225М4У3	55	0,04	0,895	0,87	2,5	200	170	0,832
4АНК250SA4У3	75	0,045	0,90	0,88	2,3	250	180	1,3
4АНК250SB4У3	90	0,04	0,915	0,87	2,5	260	220	1,43

Тип	P_H , кВт	s_H , о. е.	КПД, о. е.	$\cos\varphi_H$, о. е.	$\frac{M_{max}}{M_H}$, о. е.	I_{2H} , А	E_{2H} , В	$J_{дв}$, кг·м ²
Синхронная частота вращения 1500 об/мин								
4АНК250М4У3	110	0,035	0,92	0,9	2,5	260	250	1,56
4АНК280S4У3	132	0,029	0,92	0,88	2	330	251	2,99
4АНК280М4У3	160	0,026	0,925	0,88	2	330	300	3,25
4АНК315S4У3	200	0,025	0,93	0,89	2	396	312	4,0
4АНК315М4У3	250	0,025	0,93	0,9	2	425	360	4,68
4АНК355S4У3	315	0,022	0,935	0,9	2	460	420	7,8
4АНК355М4У3	400	0,02	0,94	0,9	2	485	505	9,1
Синхронная частота вращения 1000 об/мин								
4АНК180S6У3	13	0,07	0,835	0,81	3	42	205	0,234
4АНК180М6У3	17	0,06	0,85	0,82	3	32,5	335	0,286
4АНК200М6У3	22	0,035	0,88	0,81	3	37	380	0,52
4АНК200L6У3	30	0,04	0,885	0,82	3	46	375	0,585
4АНК225М6У3	37	0,04	0,89	0,86	1,9	180	140	0,962
4АНК250SA6У3	45	0,04	0,895	0,86	2,3	200	155	1,56
4АНК250SB6У3	55	0,035	0,91	0,88	2,5	185	190	0,69
4АНК250М6У3	75	0,03	0,915	0,85	2,5	200	250	1,82
4АНК280S6У3	90	0,036	0,90	0,88	1,9	277	202	3,77
4АНК280М6У3	110	0,036	0,915	0,87	1,9	297	230	4,42
4АНК315S6У3	132	0,03	0,92	0,88	1,9	320	257	5,20
4АНК315М6У3	160	0,03	0,925	0,88	1,9	352	291	5,85
4АНК355S6У3	200	0,025	0,93	0,89	1,8	411	304	9,45
4АНК355М6У3	250	0,025	0,93	0,89	1,8	401	380	11,4
Синхронная частота вращения 750 об/мин								
4АНК180S8У3	11	0,05	0,85	0,72	3,2	22,5	315	0,234
4АНК180М8У3	14	0,045	0,865	0,69	3,5	28	310	0,325
4АНК200М8У3	18,5	0,045	0,86	0,78	2,5	30	380	0,52
4АНК200L8У3	22	0,045	0,87	0,79	2,5	40	330	0,585
4АНК225М8У3	30	0,05	0,865	0,8	1,8	165	120	0,96
4АНК250SA8У3	37	0,055	0,875	0,8	2,2	190	115	1,56
4АНК250SB8У3	45	0,04	0,89	0,82	2,2	190	140	1,63
4АНК250М8У3	55	0,035	0,895	0,83	2,2	185	190	1,82
4АНК280S8У3	75	0,04	0,905	0,84	1,9	257	190	4,16
4АНК280М8У3	90	0,04	0,905	0,84	1,9	267	214	5,33
4АНК315S8У3	110	0,035	0,915	0,84	1,9	311	225	6,37
4АНК315М8У3	132	0,035	0,92	0,84	1,9	364	247	7,54
4АНК355S8У3	160	0,027	0,925	0,86	1,7	353	285	11,7
4АНК355М8У3	290	0,027	0,925	0,86	1,7	359	350	13,0
Синхронная частота вращения 600 об/мин								
4АНК280S10У3	45	0,05	0,89	0,78	1,8	178	162	4,68
4АНК280М10У3	55	0,045	0,895	0,79	1,8	180	185	4,94
4АНК315S10У3	75	0,045	0,90	0,8	1,8	221	217	6,76

Приложение 5

**Технические данные краново-металлургических двигателей
постоянного тока независимого возбуждения серии МП и ДП 220 В,
ПВ = 25 %, исполнение закрытое с естественным охлаждением
($U_H = 220$ В)**

Тип	P_H , кВт	$\frac{n_{дв}}{об}$ мин	I_H , А	$R_{я} + R_{дв}$ при 15 °С, Ом	$J_{дв} \cdot$ кг · м ²
МП-12	2,5	1300	14,2	1,33	0,05
МП-22	4,5	1100	26	0,87	0,155
МП-32	9	900	48	0,348	0,305
МП-41	12	685	64	0,243	0,775
МП-42	16	700	84	0,168	0,95
МП-51	23	600	120	0,0845	2,35
МП-52	33	650	168	0,0495	3,03
МП-62	46	580	231	0,033	5,5
МП-72	75	520	374	0,0133	14
МП-82	100	475	500	0,01045	25,3
МП-82А	130	600	640	0,00685	25,3
ДП-12	3	1200	17,5	1,43	0,05
ДП-21	4,5	1050	26	0,94	0,125
ДП-22	6	1130	33	0,566	0,155
ДП-31	8,5	870	47	0,423	0,3
ДП-32	12	790	65	0,266	0,425
ДП-41	16	710	85	0,177	0,8
ДП-42	21	660	110	0,1155	1,05
ДП-52	32	760	164	0,0545	1,87
ДП-62	46	625	233	0,0332	4,0
ДП-72	67	590	338	0,0204	8,25
ДП-82	95	500	470	0,0117	17,0
ДП-92	135	470	670	0,00745	32,5
Быстроходное исполнение					
ДП-21	5,5	1470	31,5	0,072	0,125
ДП-22	8	1400	45	0,067	0,155
ДП-31	12	1310	65	0,029	0,30
ДП-32	16	1140	85	0,018	0,425
ДП-41	23	1120	120	0,0125	0,8
ДП-42	32	1000	165	0,011	1,05
ДП-52	42	970	214	0,006	1,87
ДП-82А	115	630	580	0,0025	17,0
ДП-92А	140	600	700	0,0025	17,0

Приложение 6

Технические данные краново-металлургических двигателей постоянного тока независимого возбуждения серии Д, ПВ = 40 %, исполнение закрытое с естественным охлаждением

Тип	$P_{ш},$ кВт	$\frac{n_{ш},}{об}$ мин	$I_{ш},$ А	$R_{я} + R_{лп}$ при 15 ° С, Ом	$J_{дв},$ кг · м ²
Тихоходные, напряжение 220 В					
Д12	2,4	1230	14	1,63	0,05
Д21	3,6	1080	20,5	0,95	0,125
Д22	4,8	1150	26	0,57	0,155
Д31	6,8	880	37	0,42	0,3
Д32	9,5	800	51	0,28	0,43
Д41	13,0	720	69,5	0,17	0,8
Д806	16,0	710	84	0,1085	1
Д808	22	630	112	0,054	2
Д810	29	600	148	0,0356	3,63
Д812	38	565	192	0,023	7
Д814	55	560	280	0,0805	10,25
Д816	70	535	350	0,084	16,25
Д818	83	470	415	0,0066	27,5
Быстроходные, напряжение 220 В					
Д21	4,4	1500	24,5	0,531	0,125
Д22	6,5	1570	34	0,322	0,155
Д31	9,5	1420	50,5	0,194	0,3
Д32	13,0	1240	68	0,125	0,425
Д41	17,5	1160	90,5	0,072	0,8
Д806	21,0	1060	110	0,047	1,0
Д808	26,0	825	134	0,0295	2,0
Тихоходные, напряжение 440 В					
Д21	3,1	1300	9,5	3,54	0,125
Д31	5,2	910	14,5	2,08	0,3
Д41	12,5	720	34	0,695	0,8
Д808	22,0	630	56	0,210	2
Д810	29,0	600	74	0,146	3,63
Д812	36,0	570	92	0,099	7
Д816	70,0	540	175	0,0324	16,25
Д818	83,0	470	205	0,026	27,5
Быстроходные, напряжение 440 В					
Д22	5,6	1550	15,5	1,69	1,69
Д32	12,0	1240	31,5	0,534	0,534
Д806	21,0	1060	55	0,205	0,205

Литература

1. Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов. - Учебник. - М.: Академия, 2005. - 304с.
2. Усынин Ю.С. Системы управления электроприводов. - Учебное пособие. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. - 328 с.
3. Онищенко Г.Н., Аксенов М.И., Грехов В.П. и др. Автоматизированный электропривод промышленных установок. - М.: РАСХЛ, 2001. - 520 с.