

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИСПЫТАНИЙ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПО БЕЗНАГРУЗОЧНОЙ МЕТОДИКЕ

Москоков А.Ю.

Казанцев В.П.

Кузнецов М.И.

Костыгов А.М.

Кафедра МСА

ПГТУ

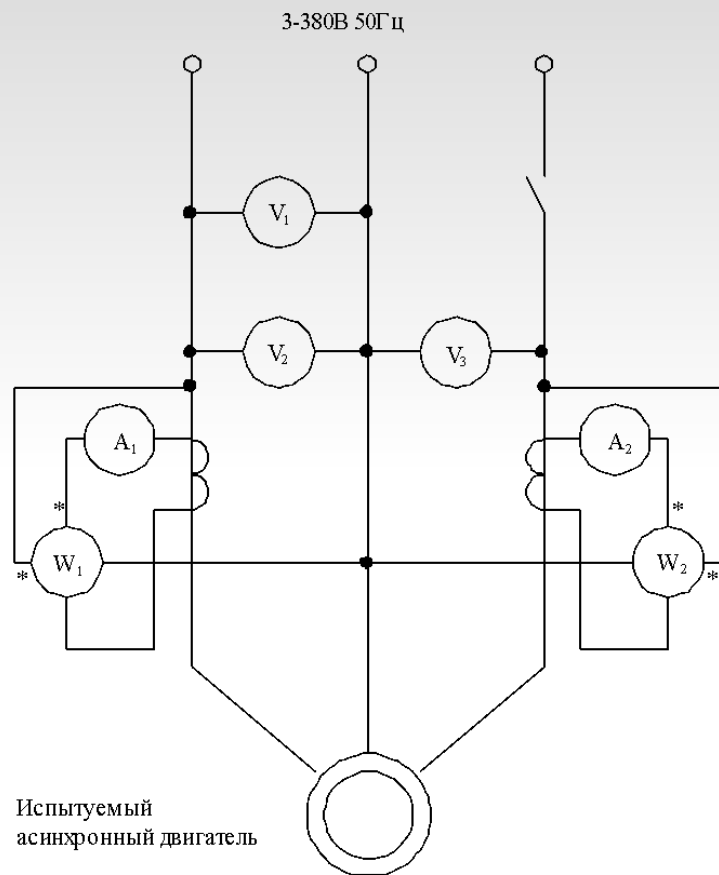
Этапы испытаний по ГОСТу 7217-87

1. измерение сопротивления обмоток при постоянном токе;
2. определение коэффициента трансформации двигателей с фазным ротором;
3. определение тока и потерь холостого хода;
4. определение тока и потерь короткого замыкания, начального пускового вращающего момента и начального пускового тока;
5. испытание на нагревание;
6. определение рабочих характеристик, коэффициента полезного действия, коэффициента мощности и скольжения;
7. определение кривой вращающего момента, значений максимального и минимального вращающих моментов;
8. экспериментальное определение параметров схемы замещения с одним контуром на роторе;
9. определение частотных характеристик;
10. определение добавочных потерь.

Цели и задачи

1. Отладка методики безнагрузочных испытаний
2. Нарabотка статистики по данной методике
3. Разработка архитектуры станции испытаний
4. Разработка программного обеспечения

Схема включения испытуемого двигателя



1. Опыт холостого хода

$$Z_0 = \frac{U_{\hat{O}}}{I_m}; R_m = \frac{P_0}{3I_m^2}; X_m = \sqrt{Z_0^2 - (R_{10} + R_m)^2}; Z_m^2 = R_m^2 + X_m^2; g_m = \frac{R_m}{Z_m^2}; b_m = \frac{X_m}{Z_m^2}.$$

$$\Delta P_{ст} + \Delta P_{мех} = P_0 - \Delta P_{0м}$$

$$\Delta P_{мех} = (\Delta P_{1мех} + \Delta P_{2мех} + \dots + \Delta P_{nмех})/n$$

2. Опыт короткого замыкания при несимметричном напряжении

$$I_{A\alpha} = -\frac{P_{AB}}{U_{AB}}; I_{AB} = \sqrt{I_{AB}^2 - I_{A\alpha}^2}; X_{\text{ЭКВ}_{\text{ПР}}} = \frac{U_{Ab} \cdot I_{A\beta}}{2 \cdot I_A^2}; X_{2к} = X_{\text{ЭКВ}_{\text{ПР}}}; X_{1к} = X_{2к}/2; X_1 = X_{1к}$$

3. Опыт искусственного нагружения (холостой ход с обрывом фазы).

Расчет активного и индуктивного сопротивлений R_2 , X_2

Алгоритм расчета

$$Z_{SS} = \frac{U_H}{\sqrt{3} \cdot I_H}; R_{SS} = \frac{P_{\text{н}}}{3 \cdot I_H^2}$$

$$U_{BC\alpha} = -\frac{U_{BC}^2 + U_{AB}^2 - U_{CA}^2}{2 \cdot U_{AB}}; U_{BC\beta} = -\sqrt{U_{BC}^2 - U_{BC\alpha}^2};$$

$$P_m = P_A + P_C \quad I_{A\alpha} = -\frac{P_m}{U_{AB}}; I_{A\beta} = \sqrt{I_A^2 - I_{A\alpha}^2}; I_{B\alpha} = -I_{A\alpha}; I_{B\beta} = I_{A\beta};$$

$$E_{A\alpha} = -\frac{2 \cdot U_{AB} + U_{BC\alpha}}{3} - I_{A\alpha} \cdot R_1 + I_{A\beta} \cdot X_1; E_{A\alpha} = -\frac{U_{BC\beta}}{3} - I_{A\alpha} \cdot X_1 - I_{A\beta} \cdot R_1;$$

$$E_{B\alpha} = \frac{U_{AB} - U_{BC\beta}}{3} - I_{B\alpha} \cdot R_1 + I_{B\beta} \cdot X_1; E_{B\beta} = -\frac{U_{BC\beta}}{3} - I_{B\alpha} \cdot X_1 - I_{B\beta} \cdot R_1;$$

$$E_{\text{ПР}\alpha} = E_{A\alpha} / 2 - \frac{E_{A\beta} / 2 + E_{B\beta}}{\sqrt{3}}; E_{\text{ПР}\beta} = E_{A\beta} / 2 + \frac{E_{A\alpha} / 2 + E_{B\alpha}}{\sqrt{3}};$$

$$I_{\text{ПР}\alpha} = I_{A\alpha} / 2 - \frac{I_{A\beta} / 2 + I_{B\beta}}{\sqrt{3}}; I_{\text{ПР}\beta} = I_{A\beta} / 2 + \frac{I_{A\alpha} / 2 + I_{B\alpha}}{\sqrt{3}};$$

$$E_{\text{ОБ}\alpha} = E_{A\alpha} - E_{\text{ПР}\alpha}; E_{\text{ОБ}\beta} = E_{A\beta} - E_{\text{ПР}\beta};$$

$$E_{\text{ПР}} = \sqrt{E_{\text{ПР}\alpha}^2 + E_{\text{ПР}\beta}^2}; E_{\text{ОБ}} = \sqrt{E_{\text{ОБ}\alpha}^2 + E_{\text{ОБ}\beta}^2}; E_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{E_{\text{ПР}}^2 + E_{\text{ОБ}}^2};$$

$$R_{\text{ЭКВ}\text{ПР}} = \frac{E_{\text{ПР}\alpha} \cdot I_{\text{ПР}\alpha} + E_{\text{ПР}\beta} \cdot I_{\text{ПР}\beta}}{I_{\text{ПР}\alpha}^2 + I_{\text{ПР}\beta}^2}; X_{\text{ЭКВ}\text{ПР}} = \frac{E_{\text{ПР}\beta} \cdot I_{\text{ПР}\alpha} - E_{\text{ПР}\alpha} \cdot I_{\text{ПР}\beta}}{I_{\text{ПР}\alpha}^2 + I_{\text{ПР}\beta}^2}$$

$$G_{\Sigma\text{ПП}} = \frac{R_{\text{ЭКВ}\text{ПР}}}{R_{\text{ЭКВ}\text{ПР}}^2 + X_{\text{ЭКВ}\text{ПР}}^2}; G_{\text{ПР}} = G_{\Sigma\text{ПП}} - G_{\text{M2}}; R_{\text{M2}\beta\text{A3}} = R_{SS} - R_1; X_{\text{M2}\beta\text{A3}} = \sqrt{Z_{SS}^2 - R_{SS}^2}; G_{\text{M2}\beta\text{A3}} = \frac{R_{\text{M2}\beta\text{A3}}}{R_{\text{M2}\beta\text{A3}}^2 + X_{\text{M2}\beta\text{A3}}^2} - G_{\text{M1}};$$

$$B_{\text{M2}\beta\text{A3}} = \frac{X_{\text{M2}\beta\text{A3}}}{R_{\text{M2}\beta\text{A3}}^2 + X_{\text{M2}\beta\text{A3}}^2} - B_{\text{M1}}; R_{2\text{ПР}} = \frac{1.016 \cdot S_H \cdot G_{2\beta\text{A3}}}{G_{2\beta\text{A3}}^2 + B_{2\beta\text{A3}}^2};$$

$$B_{\text{ПР}} = \sqrt{0.016 \cdot G_{\text{ПР}}^2};$$

$$X_{2\text{ПР}} = \frac{1.016 \cdot B_{2\beta\text{A3}}}{G_{2\beta\text{A3}}^2 + B_{2\beta\text{A3}}^2};$$

$$R_2 = R_{2\text{ПР}}; X_2 = X_{2\text{ПР}}.$$

Расчет рабочих характеристик

$$Z_2^2 = \left(\frac{R_2}{S}\right)^2 + X_2^2; \quad g_2 = \frac{R_2/S}{Z_2^2}; \quad g_{m2} = g_m + g_2; \quad b_2 = \frac{X_2}{Z_2^2};$$

$$b_{m2} = b_m + b_2; \quad y_{m2}^2 = g_{m2}^2 + b_{m2}^2; \quad R_{m2} = \frac{g_{m2}}{y_{m2}^2}; \quad R_S = R_{m2} + R_1;$$

$$X_{m2} = \frac{b_{m2}}{y_{m2}^2}; \quad Z_S = \sqrt{R_S^2 + X_{m2}^2}; \quad I_\Phi = \frac{U_\Phi}{Z_S}; \quad I_{\Phi H} = \frac{U_{\Phi H}}{Z_S};$$

$$P_1 = 3 \cdot I_\Phi^2 \cdot R_S; \quad P_{1H} = 3 \cdot I_{\Phi H}^2 \cdot R_S; \quad P_{M1} = 3 \cdot I_\Phi^2 \cdot R_1; \quad P_{ЭМ} = P_1 - (P_{M1} + P_{СТ});$$

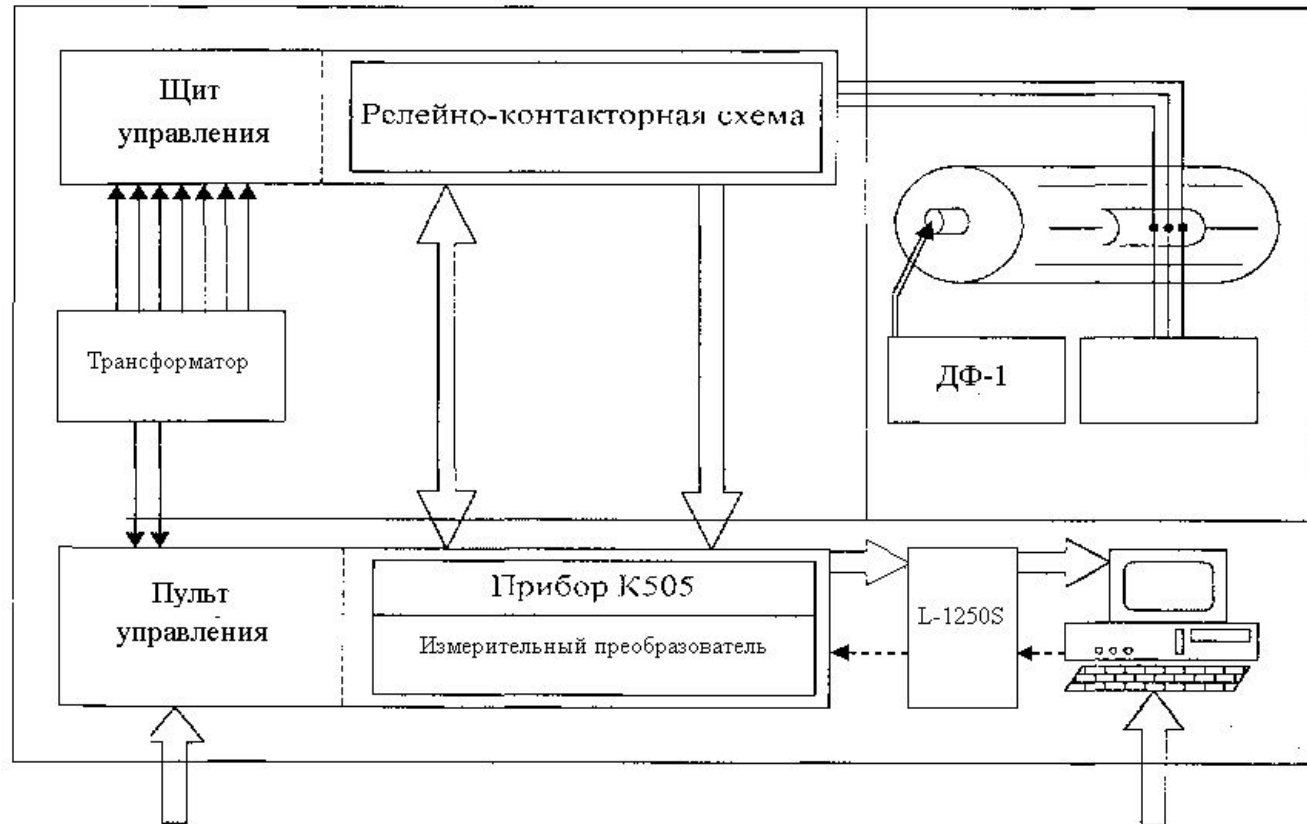
$$P_{M2} = P_{ЭМ} \cdot S; \quad P_{ДОБ} = 0.005 \cdot P_1 \cdot \left(\frac{I_\Phi}{I_{\Phi H}}\right)^2; \quad \sum P = P_{M1} + P_{СТ} + P_{M2} + P_{МЕХ} + P_{ДОБ};$$

$$P_2 = P_1 - \sum P; \quad \eta = 1 - \frac{\sum P}{P_1}; \quad \cos \varphi = \frac{R_S}{Z_S}; \quad n_2 = n_1 \cdot (1 - S); \quad M = 9.55 \cdot \frac{P_2}{n_2}.$$

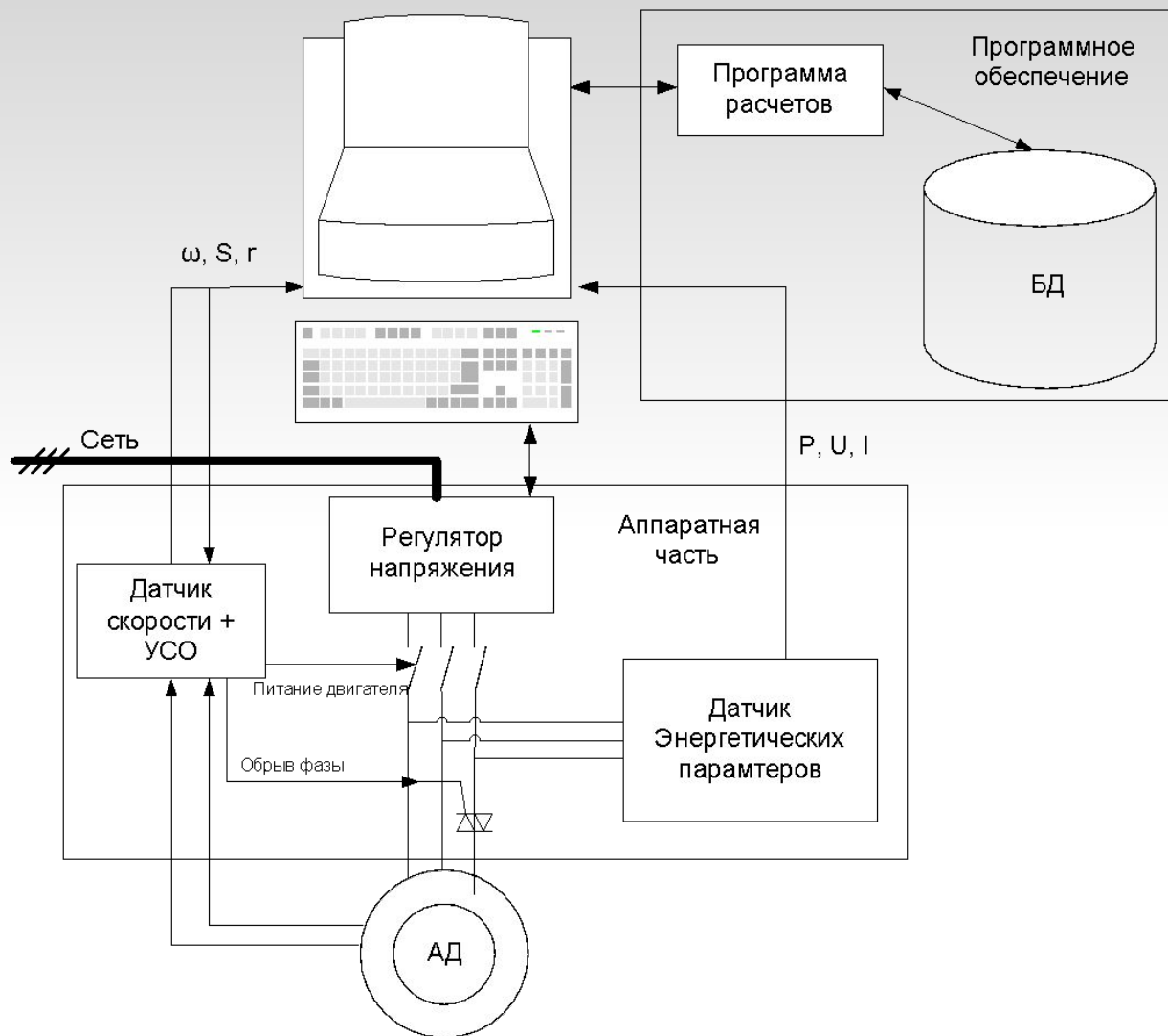
После проведения этих расчётов строятся рабочие характеристики

$$P1=f(P2); \quad S=f(P2); \quad \eta=f(P2); \quad \cos \phi=f(P2); \quad I=f(P2); \quad n=f(P2); \quad M=f(P2).$$

Функциональная схема испытательного стенда (первоначальный вид)



Функциональная схема испытательного стенда



Результаты

- ▣ Уменьшение затрат времени на испытания
- ▣ Уменьшение затрат человеко-часов
- ▣ Уменьшение материальных затрат
- ▣ Увеличение точности испытаний

Спасибо за внимание !