**Задание для обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения**

Дата *20.04*

Группа *Э-17*

Междисциплинарный курс: *МДК.01.03 Электрическое и электромеханическое оборудование*

Тема занятия: *Методика расчета и выбор ЭП насосных установок*

Форма: *лекция*

**ЭиЭМО 88**

**Задание 1:** *Изучить материал лекции и записать методику расчета и выбора ЭП насосных установок в конспект*

**Краткие теоретические сведения**

Насо́с— гидравлическая машина, преобразующая механическую энергию приводного двигателя в энергию потока жидкости, служащая для перемещения и создания напора жидкостей всех видов или сжиженных газов. Разность давлений жидкости в насосе и трубопроводе обусловливает её перемещение.

*Основными параметрами,*характеризующими работумашин для подачи жидкостей, являются:

- подача;

- давление;

- напор;

- энергия, сообщаемая потоку их рабочими органами

Основные свойства насосов, которые определяют требования к электроприводу:

- характерен продолжительный режим работы со спокойной нагрузкой;

- насосы центробежного и поршневого типов в силу особенностей их конструкции и условий технологического процесса не требуют реверсирования. Их скорость соответствует скорости двигателя, поэтому электропривод этих установок выполняется безредукторным и поставляется обычно в комплекте с механизмом;

- облегченные условия их пуска. Насосы пускают, как правило, вхолостую и момент трогания не превышает 30... 35 % номинального момента;

- для установок вентиляторного типа, которые пускают под нагрузкой, момент сопротивления плавно возрастает с увеличением скорости, что благоприятно согласуется с формой механической характеристики асинхронного двигателя;

- диапазон регулирования скорости Д=(2:1);

- не требуется обеспечение жесткости механических характеристик.

В большинстве случаев для привода насосов используют нерегулируемые асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором. Но в установках с сетью относительно малой мощности прямой пуск двигателей с короткозамкнутым ротором вызывает значительное снижение напряжения, поэтому применяют ограничивающие индуктивные и активные сопротивления в цепи статора.

Когда нельзя осуществить прямой пуск асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором и неприемлем пуск с ограничивающим сопротивлением, используют асинхронные двигатели с фазным ротором, которые обеспечивают плавный пуск механизма при ограниченных толчках тока в сети.

Для электропривода насосов используются и синхронные двигатели. Основным достоинством синхронного двигателя является возможность получения оптимального режима по реактивной энергии, который осуществляется автоматическим регулированием тока возбуждения. Синхронные двигатели менее чувствительны к колебаниям напряжения сети, чем асинхронные. Их максимальный момент пропорционален напряжению сети, в то время как критический момент асинхронного двигателя пропорционален квадрату этого напряжения. Кроме того, перегрузочная способность синхронного двигателя может быть автоматически увеличена за счет повышения тока возбуждения, например при резком кратковременном повышении нагрузки на валу двигателя. Существенным для электропривода является и то обстоятельство, что скорость синхронного двигателя остается неизменной при любой нагрузке на валу в пределах его перегрузочной способности.

**Методика расчета и выбор ЭП насосных установок**

Мощность на валу насоса, в соответствии с которой и выбирается мощность приводного двигателя $Р\_{дв}$, кВт:

$Р\_{дв}=К\_{з}∙Р\_{нас}$

где $Р\_{нас}$ – мощность насоса (гидравлическая), кВт

$$Р\_{нас}=\frac{Q∙P\_{н}}{η\_{н}∙η\_{п}}∙10^{-3}$$

где $P\_{н}$ – давление на напоре насоса, Па

$$Р\_{н}=Н∙ρ∙q$$

где $q$ — ускорение свободного падения, $q$ = 9,81 м/с2;

$Q$ - подача насоса, м3/с;

$Н$ - полный напор, м;

$$Н=h\_{в}+h\_{н}+∆Н$$

где $h\_{в}$- высота всасывания, м;

$h\_{н} $- высота нагнетания, м;

$∆Н$ – потери напора в трубопроводе, м;

$ρ$ - плотность перекачиваемой жидкости, кг/м3(таблица 1);

$η\_{н}$ - КПД насоса, отн. Ед

Для поршневых  $η\_{н}=0,7÷0,9$

Для центробежных с давлением свыше 0,4∙ 105 Па  $η\_{н}=0,6÷0,75;$ с давлением до 0,4 ∙ 105 Па $ η\_{н}=0,45÷0,6$

$η\_{п}$- КПД передачи, отн. ед.

При наличии передачи $η\_{п}=0,9÷0,95$

$К\_{з}$ - коэффициент запаса, принимается в соответствии с таблицей 2

Таблица 1 - Плотности перекачиваемой жидкости

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Жидкость | Вода пресная | Вода морская | Масло машинное | Керосин, нефть, спирт | Бензин | Кислота серная |
| $ρ$, кг/м3 | 1000 | 1030 | 900 | 800 | 710 | 1800 |

Таблица 2 - Рекомендуемые $К\_{з}$ для насосов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Рнас, кВт | до 1 | 1 ÷ 5 | 5 ÷ 50 | 50 ÷ 350 | более 350 |
| $К\_{з}$, отн. ед. | 1,3 | 1,2 | 1,15 | 1,1 | 1,05 |

Для центробежных насосов справедливы соотношения

$$\frac{Q\_{1}}{Q\_{2}}=\frac{n\_{1}}{n\_{2}}; \frac{Н\_{1}}{Н\_{2}}=(\frac{n\_{1}}{n\_{2}})^{2}; \frac{Р\_{1}}{Р\_{2}}=(\frac{n\_{1}}{n\_{2}})^{3}$$

При регулировании дросселированием справедливо соотношение

$$η\_{др}=(\frac{Q\_{ф}}{Q\_{ном}})^{2}; ∆Р\_{мах}=0,385∙Р\_{д. ном}$$

где $η\_{др}$ – КПД насосной установки при регулировании производительности дросселированием, отн. ед.;

$Q\_{ф},Q\_{ном} $– производительность насоса фактическая и номинальная, м3/с;

$∆Р\_{мах}$ – максимальная потеря мощности при дросселировании, кВт; (при $Q=0,576∙Q\_{ном}$);

$Р\_{д. ном}$ – мощность на валу двигателя в номинальном режиме, кВт.

4 При регулировании производительности изменением скорости вращения:

$∆Р\_{мах}=(0,154÷0,162)∙Р\_{д.ном}$ при $n=\frac{2}{3}∙n\_{0}$

где $n\_{0}$ – синхронная скорость, об/мин

Потери напора в трубопроводе ($∆Н, м$) зависят от сечения труб и качества их обработки, кривизны участков магистрали, числа клапанов и задвижек, скорости движения жидкости (до 6 м/с)

**Механические характеристики насоса и двигателя**

Номинальное скольжение $S\_{ном}$

$$S\_{ном}=1-\frac{n\_{ном}}{n\_{0}}$$

где $n\_{0}$ – синхронная скорость выбранного двигателя, об/мин

Критический момент $М\_{кр}$, Н∙м

$$М\_{кр}=М\_{мах}=λ∙М\_{ном}$$

где $λ=\frac{М\_{мах}}{М\_{ном}}$ – перегрузочная способность двигателя, отн. ед.

Пусковой момент $М\_{п}$, Н∙м

$$М\_{п}=К\_{п}∙М\_{ном}$$

где $К\_{п}=\frac{М\_{п}}{М\_{ном}}$ – кратность пускового момента двигателя, отн. ед.

Минимальный момент $М\_{мин}$, Н∙м

$$М\_{мин}=λ\_{мин}∙М\_{ном}=1,2∙М\_{ном}$$

Критическое скольжение $S\_{кр}$

$$S\_{кр}=S\_{ном}(λ+\sqrt{λ^{2}-1})$$

Минимальное скольжение $S\_{мин}$

$$S\_{мин}=1-S\_{ном}(λ\_{мин}+\sqrt{λ\_{мин}^{2}-1})$$

Построение механической характеристики насосного агрегата $М\_{НА}=f(S)$ осуществляется по трем произвольно выбранным точкам, при этом необходимо задаться тремя произвольными значениями скольжения $S\_{i}$ и раасчитать соответствующие скорости *ni*, об/мин и моменты $М\_{i}$, Н∙м, например:

При $S\_{1}$ =0,01 $n\_{1}=n\_{0}∙(1-S\_{1})$ $М\_{1}=М\_{ном}∙(\frac{n\_{1}}{n\_{ном}})^{2}$

При $S\_{2}$ =0,1 $n\_{2}=n\_{0}∙(1-S\_{2})$ $М\_{2}=М\_{ном}∙(\frac{n\_{2}}{n\_{ном}})^{2}$

При $S\_{3}$ =0,3 $n\_{3}=n\_{0}∙(1-S\_{3})$ $М\_{3}=М\_{ном}∙(\frac{n\_{3}}{n\_{ном}})^{2}$

Все вышеприведенные расчеты сводятся в таблицу 3

Таблица 3 - Данные для построения характеристик

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Момент, Н∙м | Электропривод | Насос |
| $$М\_{ном}$$ | $$М\_{кр}$$ | $$М\_{мин}$$ | $$М\_{п}$$ | $$М\_{1}$$ | $$М\_{2}$$ | $$М\_{3}$$ |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Скольжение,отн.ед. | $$S\_{ном}$$ | $$S\_{кр}$$ | $$S\_{мин}$$ | $$S\_{п}$$ | $$S\_{1}$$ | $$S\_{2}$$ | $$S\_{3}$$ |
|  |  |  |  |  |  |  |

**Задание 2:** *Подготовиться к практической работе 18 Расчет и выбор двигателя ЭП насосного агрегата*

**3 Форма отчета:** *фото конспекта лекции*

**4 Срок выполнения задания** *20.04*

**Получатель отчета:** kudryashova.ta@mail.ru