

УДК: 621.51 : 621.313

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРИВОДА ПОРШНЕВЫХ КОМПРЕССОРОВ

Низамов Жасурбек Абдушукорович

доцент Андижанский государственный технический институт

Республика Узбекистан, г. Андижан

*Мухамаджонов Бобуржон Хамдамжон угли
студент 4-го курса, Андижанский государственный технический
институт*

Республика Узбекистан, г. Андижан

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы проектирования электрического привода поршневых компрессоров. Актуальность исследования обусловлена широким применением компрессорных установок в промышленности и необходимостью повышения их энергетической эффективности и надёжности. Целью работы является анализ требований к электрическому приводу поршневого компрессора, выбор электродвигателя и основных элементов системы управления.

Ключевые слова: поршневой компрессор, электрический привод, электродвигатель, проектирование, энергоэффективность.

UDC: 621.51 : 621.313

DESIGN OF ELECTRIC DRIVE SYSTEMS FOR RECIPROCATING COMPRESSORS

Nizamov Jasurbek Abdushukurovich

Associate Professor Andijan State Technical Institute

Republic of Uzbekistan, Andijan

*Mukhamadjonov Boburjon Khamdamjon ugli
4th-year student, Andijan State Technical Institute
Republic of Uzbekistan, Andijan*

Abstract. This article addresses the issues related to the design of electric drive systems for reciprocating compressors. The relevance of the study is determined by the widespread application of compressor units in industry and the need to improve their energy efficiency and reliability. The purpose of the work is to analyze the requirements for the electric drive of a reciprocating compressor, as well as to select the electric motor and the main elements of the control system.

Keywords: reciprocating compressor, electric drive, electric motor, design, energy efficiency.

ВВЕДЕНИЕ

Поршневые компрессоры широко применяются в различных отраслях промышленности для сжатия и подачи воздуха и газов. Надёжная и экономичная работа компрессорной установки во многом определяется правильно спроектированным электрическим приводом, обеспечивающим требуемые режимы работы при минимальных энергетических затратах. Электрический привод поршневого компрессора характеризуется неравномерной нагрузкой, значительными пусковыми токами и повышенными требованиями к надёжности. Поэтому при проектировании привода необходимо учитывать механические особенности компрессора, характер нагрузки и условия эксплуатации. Целью данной статьи является разработка и анализ принципов проектирования электрического привода поршневых компрессоров с учётом энергетических и эксплуатационных требований.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В процессе исследования использованы следующие методы:
анализ механических и энергетических характеристик поршневого компрессора;
расчёт мощности и тока электродвигателя;
анализ пусковых и установившихся режимов работы;
выбор элементов системы управления и защиты;

оценка энергоэффективности электрического привода.

Методологической основой исследования является теория электрического привода и нормативные требования к компрессорному оборудованию.

ОСОБЕННОСТИ НАГРУЗКИ ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРА

Поршневой компрессор относится к механизмам с переменным моментом сопротивления. Мгновенный крутящий момент на валу компрессора изменяется в течение рабочего цикла, что приводит к колебаниям нагрузки на электродвигатель.

Средний момент сопротивления можно определить по выражению:

$$M_{cp} = \frac{P_k}{\omega}$$

где

P_k - мощность, потребляемая компрессором, Вт;

ω - угловая скорость вращения вала, рад/с.

РАСЧЕТ МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Мощность электродвигателя определяется исходя из потребляемой компрессором мощности с учётом коэффициента полезного действия и коэффициента запаса:

$$P_{дв} = \frac{P_k}{\eta \cdot K_3}$$

где

$P_{дв}$ - номинальная мощность электродвигателя, Вт;

η - КПД механической передачи;

K_3 - коэффициент запаса мощности.

Потребляемая мощность компрессора может быть определена по формуле:

$$P_k = \frac{p \cdot Q}{\eta_k}$$

где

p - рабочее давление, Па;

Q - подача компрессора, $\text{м}^3/\text{с}$;

η_k - КПД компрессора.

ВЫБОР ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Для привода поршневых компрессоров, как правило, применяются асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором, отличающиеся простотой конструкции и высокой надёжностью.

Номинальный ток электродвигателя определяется по формуле:

$$I_n = \frac{P_{\text{дв}}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi \cdot \eta}$$

где

U - линейное напряжение сети;

$\cos \varphi$ - коэффициент мощности;

η - КПД электродвигателя.

При выборе электродвигателя необходимо учитывать пусковой момент, который должен удовлетворять условию:

$$M_n \geq M_{\text{cp}}$$

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ

Система управления электрическим приводом поршневого компрессора включает пусковую аппаратуру, средства защиты и элементы автоматизации. Для защиты электродвигателя применяются автоматические выключатели и тепловые реле, выбираемые по условию:

$$I_{\text{заш}} \geq I_n$$

В современных компрессорных установках широко используются частотно-регулируемые приводы, обеспечивающие плавный пуск и регулирование производительности.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Энергоэффективность электрического привода компрессора во многом определяется правильным выбором электродвигателя и режимов его работы. Использование частотных преобразователей позволяет снизить пусковые токи и сократить потребление электроэнергии на 15–30%. Дополнительное повышение эффективности достигается за счёт

оптимизации режимов загрузки компрессора и автоматического управления.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Проведённый анализ показывает, что рациональное проектирование электрического привода поршневого компрессора позволяет повысить надёжность оборудования и снизить эксплуатационные затраты. Наибольший эффект достигается при комплексном подходе, включающем расчёт параметров привода, выбор энергоэффективных электродвигателей и внедрение автоматизированных систем управления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье рассмотрены основные принципы проектирования электрического привода поршневых компрессоров. Приведены методы расчёта мощности и тока электродвигателя, а также требования к системе управления и защиты. Показано, что применение современных решений в области электрического привода позволяет повысить энергоэффективность и надёжность компрессорных установок. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании и модернизации промышленного компрессорного оборудования.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. J Nizamov, Sh Ergashov, DI Kurbanbaeva Phase angle measurement device between the resultable electric drive force and the electric drive force of the main harmonic magnetic field in the air gap of the industrial ...AIP Conference ProceedingsAIP Conf. Proc. 3152, 040021 (2024)
<https://doi.org/10.1063/5.0218808>
2. J Nizamov, SO Ergashov, ON Berdiyorov, UN Berdiyorov Device for measuring the resulting magnetic field of the stator winding of asynchronous motor for general industrial application AIP Conference Proceedings AIP Conf. Proc. 3152, 050013 (2024) <https://doi.org/10.1063/5.0218809> June 2024

3. NB Pirmatov, JA Nizamov, O Ergashev Sh MAGNETIC FIELD IN THE AIR GAP OF AN INDUCTION MOTOR GENERAL INSPECTION INFORMATION APPLICATIONS