

УДК 621.651

## МЕТОДИКА ПО ПОДБОРУ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ НАГНЕТАТЕЛЯ THE METHOD OF SELECTION OF THE ELECTRIC MOTOR OF THE SUPERCHARGER

А.В. Шунькевич

Научный руководитель – О.А. Пекарчик, старший преподаватель  
Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

A. Shunkevich@mail.ru

piakarchyk@bntu.by

Supervisor – O. Piakarchyk, Senior Lecturer

Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** в данной статье приведена методика по подбору электродвигателя для нагнетателей. Выявлены основные проблемы в работе нагнетателей. Рассмотрены преимущества электродвигателей над другими видами двигателей.*

***Abstract:** this article provides a methodology for selecting an electric motor for superchargers. The main problems in the operation of superchargers have been identified. The advantages of electric motors over other types of engines are considered.*

***Ключевые слова:** нагнетатель, электродвигатель, помпаж, кавитация, паровой двигатель, бензиновый двигатель.*

***Keywords:** supercharger, electric motor, surge, cavitation, steam engine, gasoline engine.*

### Введение

На сегодняшний день в каждой отрасли народного хозяйства можно найти использование нагнетательных машин. Их применение можно увидеть в системах вентиляции и кондиционирования воздуха, на космических и судоводных кораблях, в металлургической и химической промышленности, в энергетике, в сельском хозяйстве и т.д. Чтобы создать небольшой напор газа или воздуха необходимо обеспечить высокую скорость вращения на валу нагнетателя, которая достигается при помощи работы двигателей. Так при малых значениях плотности, по сравнению с капельными жидкостями, создаётся большое сопротивление потока внутри входных и выходных патрубках и большее сопротивление потока на самих лопатках рабочих колёс нагнетателя.

Главной задачей для инженеров – это разработать собственную или подобрать уже существующую методику для подбора электродвигателя, поскольку от выбранного электродвигателя будут зависеть финансовые затраты, необходимые для обеспечения подачи электроэнергии на привод, и эффективность работы нагнетателя.

### Основная часть

В 21 веке только электродвигатели способны обеспечить стабильную работу нагнетателей. При работе нагнетателей существуют ряд правил и требований, необходимых для безопасной и высокоэффективной работы. Так в ряде случаев, при изменении расхода на потребителе, необходимо будет отрегулировать подачу на нагнетательной машине. Одним из способов её регулирования может производиться при помощи изменения частоты вращения вала на нагнетателе, которая в свою очередь осуществляется при помощи установки электродвигателей с плавным изменением оборотов. В случае резких изменений частот вращения вала нагнетателя происходит процесс неустойчивой работы нагнетателя – помпаж. Помпаж опасен из-за резких повышений давления в сети, нарушению постоянства рабочего режима установки и может привести к поломке нагнетателя. При разных вариантах работы нагнетателя в сети возможны разные варианты развития событий, так при работе нагнетателя с подающей характеристикой является устойчивой при случайных отклонениях от положения равновесия. Также при непостоянной частоте вращения вала нагнетателя может наблюдаться кавитация, которая способна приводить к местному разрушению металла из-за точечного удара при резком схлопывании пузырьков газа. Наиболее устойчивы к кавитации являются нержавеющая сталь и бронза. В случаях безостановочного производства предусматриваются паровые и бензиновые двигатели. Паровые двигатели способны обеспечить необходимую плавность изменения частоты вращения вала путём воздействия на неё паровпускным устройством, однако не на каждом производстве есть возможность их установки и не каждое производство способно выполнить отвод теплоты от теплоносителя для совершения повторного цикла без больших затрат, чем с электродвигателями. Бензиновый двигатель не устанавливают в качестве основного двигателя для нагнетателей из-за сложностей в обслуживании, хранении, транспортировке топлива, высокого уровня шума при работе и побочного продукта при их работе – дымовые газы. Преимущества электродвигателей заключаются в их высоком к.п.д., компактности, больших оборотах, не дороговизне в эксплуатации.

Самые простейшие электродвигатели состоят из крышки, вращающегося в подшипниках ротора и неподвижного статора с лопастями. Для соединения с нагнетательной машиной удобно использовать фланцевые электродвигатели.

Для подбора электродвигателя необходимо рассчитать гидравлическую мощность нагнетателя.

Гидравлическая мощность  $N_h$ , кВт, определим по формуле [1]:

$$N_h = \frac{Q \cdot p_n}{102 \cdot \eta_{\Gamma}}, \quad (1)$$

где  $Q$  – производительность нагнетателя, м<sup>3</sup>/с;

$p_n$  – полное давление развиваемое нагнетателем, кг/м<sup>2</sup>;

$\eta_{\Gamma}$  – гидравлический к.п.д нагнетателя.

Мощность, связанная с потерями на перетекание через зазор (она добавляется к мощности гидравлической)  $N_{\text{заз}}$ , кВт, определим по формуле [1]:

$$N_{\text{заз}} = \frac{Q_{\text{заз}} \cdot p_{\text{п}}}{102 \cdot \eta_{\Gamma}}, \quad (2)$$

где  $Q_{\text{заз}}$  – производительность нагнетателя, зависящая от величины зазора и давления, м<sup>3</sup>/с.

Производительность нагнетателя, зависящая от величины зазора и давления  $Q_{\text{заз}}$ , м<sup>3</sup>/с, определим по формуле [1]:

$$Q_{\text{заз}} = (0,01 \div 0,05) \cdot Q = 0,04 \cdot Q. \quad (3)$$

Мощность, расходуемая на трение дисков и колец колеса о воздух (так называемая нулевая или паразитная мощность)  $N_0$ , кВт, определим по формуле [1]:

$$N_0 = \beta_0 \cdot \gamma \cdot \omega_2^3 \cdot D_2^5 \cdot \left(1 + 5 \cdot \frac{b_2}{D_2}\right), \quad (4)$$

где  $\beta_0$  – коэффициент на трение, для колёс с плоским передним диском, равным  $(10 \div 20) \cdot 10^{-6}$ ;

$\omega_2$  – угловая скорость на выходе из рабочего колеса, с<sup>-1</sup>;

$\gamma$  – плотность рабочей среды при рабочих условиях, кг·сек<sup>2</sup>/м<sup>4</sup>;

$D_2$  – наружный диаметр рабочего колеса нагнетателя, м;

$b_2$  – ширина лопатки на выходе из рабочего колеса, м.

Угловая скорость на выходе из рабочего колеса  $\omega_2$ , с<sup>-1</sup>, определим по формуле:

$$\omega_2 = \frac{2 \cdot U_2}{D_2}, \quad (5)$$

где  $U_2$  – окружная скорость выхода потока на лопатки рабочего колеса, м/с.

Мощность на рабочем колесе. т.е. расходуемая только колесом, при исключении механических потерь в подшипниках и в приводе  $N$ , кВт, определим по формуле [1]:

$$N = N_{\text{н}} + N_{\text{заз}} + N_0. \quad (6)$$

К.п.д. на рабочем колесе  $\eta$ , определим по формуле [1]:

$$\eta = \frac{Q \cdot p_{\text{п}}}{102 \cdot N}. \quad (7)$$

Вследствие того, что мощность нагнетатели с лопатками, загнутыми вперёд, резко изменяется с изменением производительности, для них рекомендуется принимать  $k = 1,1 \div 1,15$ . Тогда конечная мощность, по которой будем производить подбор электродвигателя  $N'$ , кВт, определим по формуле [1]:

$$N' = 1,14 \cdot N. \quad (8)$$

На основании рассчитанной мощности нагнетателя и необходимого числа оборотов нагнетателя по приложению источника 1 производим подбор электродвигателя.

### **Заключение**

Идеального режима работы нагнетателей добиться невозможно, но с каждым новым годом появляются всё новые изобретения и научные исследования, которые показывают причины неисправностей, решение уже существующих проблем.

Таким образом, по составленной методике расчёта электродвигателя для нагнетателей можем рассчитать и подобрать необходимый электродвигатель для конкретного случая. Методика расчёта электродвигателя является главным звеном для оптимизации работы системы и дальнейшего её улучшения. Правильно рассчитанный и подобранный электродвигатель позволяет добиться оптимальной производительности, напора и снизить затраты на эксплуатацию.

### **Литература**

1. Калинушкин М.П. Вентиляторные установки. – М.: «Высшая школа» 1962. – 294 с.

2. Лекция 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/9567656/>. – Дата доступа: 25.03.2024