

поверхности и может применяться для производства деталей ответственного назначения.

*Жидкостное хромирование.* Оно проводится в ваннах расплавленных хлористых солей с введением феррохрома, предварительно обработанного соляной кислотой. Наиболее часто применяют смесь, состоящую из 70 %  $\text{BaCl}_2$  и 30 %  $\text{NaCl}$ , которую нагревают до температуры 1000–1050 °С. Количество феррохрома составляет 20–25 % веса ванны. Вместо введения порошкообразного феррохрома через ванну с расплавленными солями могут пропускать газ  $\text{CrCl}_2$  [1].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Елагина, О.Ю. Технологические методы повышения износостойкости деталей машин: учебное пособие / О.Ю. Елагина. – М.: Логос, 2009. – 488с.

УДК 621.515

Газарян А.Г.

### **ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО КОМПРЕССОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕГО КОМПРИМИРОВАНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА**

*БНТУ, Минск*

*Научный руководитель: Бабук В.В.*

В данной статье рассматриваются и сравниваются компрессорные установки винтового, поршневого и центробежного типа.

Статья содержит основные сведения о данных установках, их структуры и принципы работы.

Данные установки относятся к оборудованию для сжатия и транспортировки природного газа и могут быть использованы в таких отраслях как: энергетика (ГЭС, ТЭС, АЭС); нефте- и газодобыча; нефтепереработка; химия и нефтехимия;

металлургия; машиностроение; стекольная промышленность; на производственных и строительных процессах как источник питания пневматических инструментов.

Главной задачей является нахождение оптимальной установки для сжатия и транспортировки природного газа.

Снижение энергозатрат процесса сжатия и транспортировки природного газа.

Существует два основных принципа сжатия природного газа: объемный и динамический. К объемным компрессорам относятся поршневые, винтовые (ротационные) компрессоры, а к динамическим – центробежные.

В технологии сжатия газа наибольшее распространение получили:

- 1) винтовые компрессоры;
- 2) поршневые компрессоры;
- 3) центробежные компрессоры;

Конструктивно винтовые компрессоры относятся к ротационным компрессорам. Сжатие среды достигается с помощью двух сцепленных между собой роторов с винтовыми зубьями. При сжатии в винтовом компрессоре происходит охлаждение газа маслом, которое помимо этого служит для уплотнения зазоров и подается в подшипники. Таким образом, возможно достижение максимальной степени сжатия по сравнению с поршневым компрессором, так как степень сжатия ограничена температурой природного газа на нагнетании.

Регулировка винтовых компрессоров.

Плавное регулирование производительности винтовых компрессоров осуществляется в самых широких пределах по сравнению с другими типами – от 100% до 10%. За счёт этого достигается самое главное преимущество винтовых компрессоров.

При полной (100%) нагрузке эффективность винтовых компрессоров ниже, чем у поршневых и центробежных

(из-за невозможности обеспечения точного совпадения внутренней и внешней степени сжатия).

Преимущества: высокая степень сжатия; надежность в работе; не нужен специальный фундамент; отсутствие клапанов и трущихся деталей в полости сжатия, повышающее надежность; отсутствие механических преобразователей; возможность обрабатывать газы с различной молярной массой; возможность работать со средой, содержащую капельную жидкость; высокая энергоэффективность (минимум на 30%); не требует больших начальных вложений и малые капитальные вложения на ремонт; не свойственна вибрация; компактность; низкая стоимость; простота обслуживания; малые габаритные размеры и вес.

Недостатки: содержание масла; необходима масляная система с элементами охлаждения; при малой загрузке компрессора на всасывающем участке существенно снижается КПД.

Методы регулирования поршневых компрессоров.

1. Перепуск сжатого газа обратно на всасывание компрессора (байпасирование газа). Самый дешёвый и самый неэффективный способ регулирования, обеспечивающий незначительное снижение энергопотребления при частичных нагрузках.

2. Выключение части цилиндров из работы отжатием клапанов на всасывании (газ входит и выходит через них обратно).

3. Регулирование ступенчатое, до 50% расчётной подачи, между переключением ступеней энергопотребление не уменьшается.

4. Частотным преобразователем – самый дорогой, но самый эффективный метод, ограниченный 50% скоростью вращения вала.

Компрессор с частотным приводом имеет смысл использовать только при работе в режиме 20-70% нагрузки, при нагрузке свыше 80% экономия электроэнергии уже не так заметна. В среднем при графике потребления срок окупаемости проекта установки компрессора с частотным приводом может составлять от 12 до 36 месяцев.

Преимущества:

- Высокая ремонтпригодность (простота конструкции, временные затраты);
- Устойчивость к неблагоприятному воздействию окружающей среды;
- Применения в пыльных производствах;
- Снижены энергозатраты;
- Можно сжать газы до высокого давления.

Недостатки:

- Высокий уровень шума;
- Вибрация;
- Необходим фундамент.

Центробежный компрессор – это установка с изменяющейся производительностью и постоянным давлением.

При динамическом сжатии природный газ всасывается в быстро вращающееся рабочее колесо (импеллер) компрессора и разгоняется до большой скорости. Затем он выпускается через диффузор, преобразуя в статическое давление его кинетическую энергию.

Компрессоры применяются для подачи газа газотурбинные установки (ГТУ), транспортировки природного газа, на нефтеперерабатывающих заводах, нефтехимических и химических заводов, а также на крупных промышленных предприятиях

Преимущества:

1. Полное отсутствие масла в рабочей полости и в сжимаемой среде;
2. Бесконтактные воздушные и масляные уплотнения;
3. Полное отсутствие вибрации;
4. Нет необходимости в специальном фундаменте;
5. Работа практически без пульсации;
6. Меньше трущихся элементов;
7. Длительный срок эксплуатации до 5 лет без остановки.

Проанализировав данные компрессорные установки, мы видим что поршневой компрессор превосходит претендентов по производительности несмотря на высокую энергопотребляемость, сложность оборудования, вместе с более длительной окупаемостью.

УДК 621

Глушко Е.А.

## **ПРОЦЕСС ДЕГАЗАЦИИ ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА**

*БНТУ, Минск*

*Научный руководитель: Бабук В.В.*

Присутствие в масле кислорода вызывает его окисление и ухудшает диэлектрические свойства, связанные с возникновением электрических разрядов и ионизации под действием электрического поля. Обычно при атмосферном давлении масло содержит около 10% воздуха (по объему), причем растворимость воздуха растет с повышением температуры масла. Отметим, что в воздухе, растворенном в трансформаторном масле, соотношение входящих в него газов изменяется. В атмосферном воздухе содержится 78 % азота и 21 % кислорода, а в воздухе, растворенном в масле, – 69,8 % азота и 30,2 % кислорода. Перед дегазацией масло осушают, чтобы содержание влаги не превышало 0,001 %. Для дегазации и вакуумирования используются специальные дегазационные установки (рисунок 1).

Вентили 1, 14, 15, 16 должны быть закрыты. Включают вакуумный насос 10 и создают в установке давление не более 66,6 Па (0,5 мм рт. ст.). Открывают вентиль, включают насос 2 и подают масло в дегазатор. Включают насос 9 и вентилем 8 регулируют отсос масла из дегазатора так, чтобы уровень его не поднимался выше красной черты на масломерном стекле. Красная черта указывает высоту,