

Тепловые двигатели и нагнетатели

Ротационные компрессоры

Лекция № 24

- **К ротационным компрессорам относятся:**

- **пластинчатые компрессоры;**

- **водокольцевые;**

- **восьмерочные;**

- **винтовые** (безмасляные и с нагнетанием жидкости в камеру сжатия);

- **спиральные компрессоры.**

1. Пластинчатые компрессоры

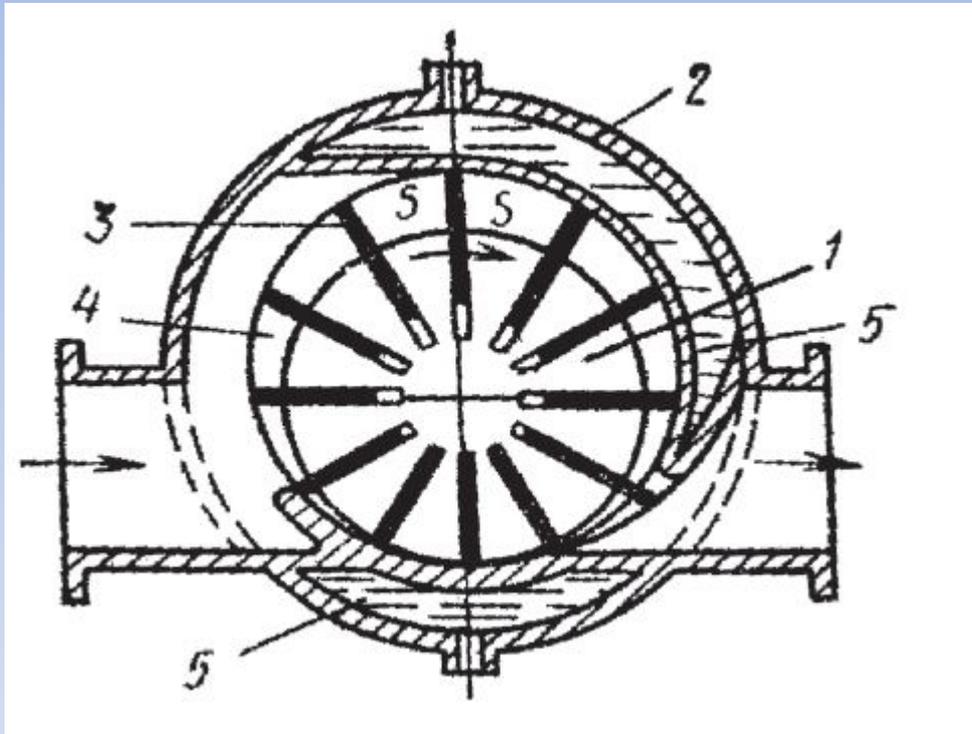


Схема пластинчатого компрессора

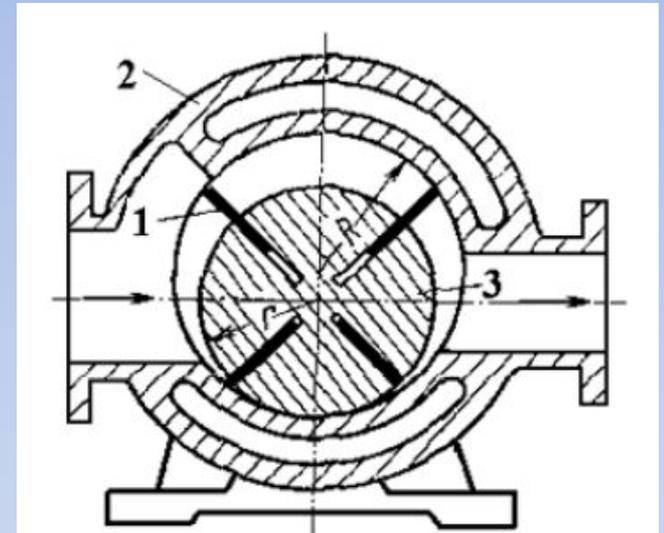


Рис. 5.2. Роторно-пластинчатый компрессор:
1 – пластина; 2 – корпус;
3 – ротор

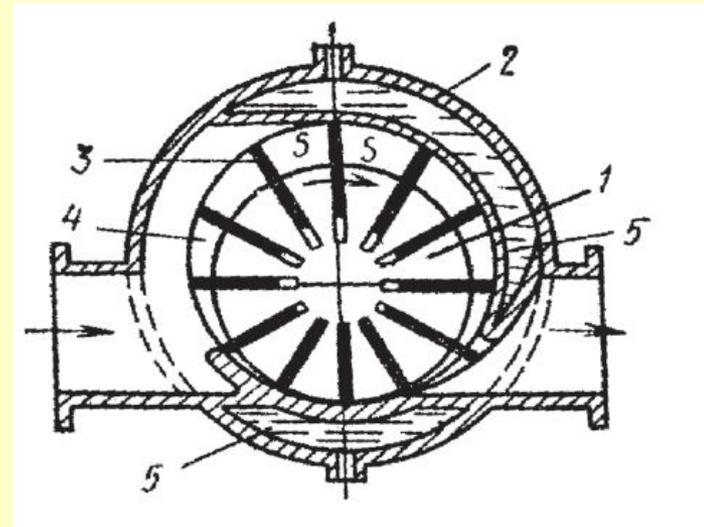
Пластинчатый компрессор состоит:

□ из ротора 1, установленного эксцентрично внутри корпуса (статора) 2.

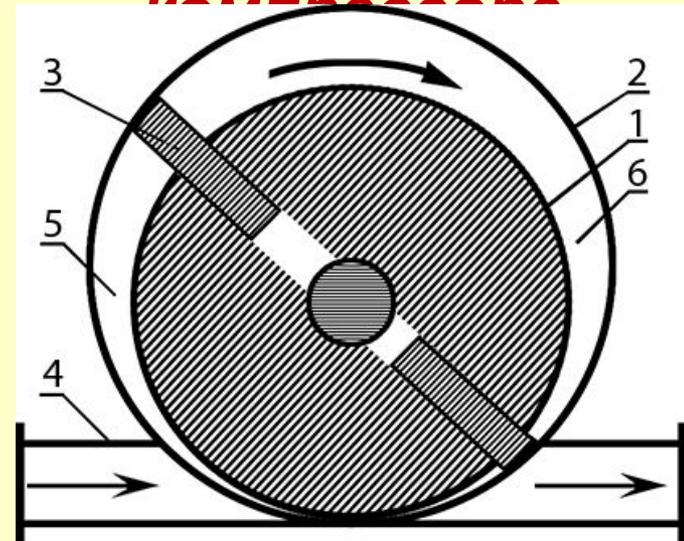
□ В роторе выполнены радиальные прорезы, в которые свободно вставлены стальные пластины (шиберы) 3.

□ Вокруг ротора образуется серповидное пространство $S-S$.

□ Это пространство делится на замкнутые объемы 4, в которых газ переносится из области всасывания в область нагнетания.



**Схема
пластинчатого
компрессора**



- Такая схема компрессора:

- ✓ обладает хорошей динамической уравновешенностью;

- ✓ позволяет сообщить ротору высокую частоту вращения;

- соединить машину непосредственно с электродвигателем с частотой вращения до 1500 об/мин.

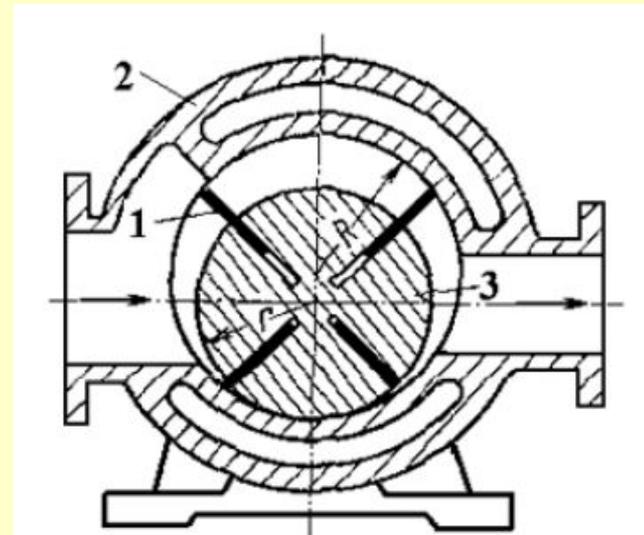


Рис. 5.2. Роторно-пластинчатый компрессор:
1 – пластина; 2 – корпус;
3 – ротор

- **Степень сжатия таких компрессоров достигает 5–6. При степенях сжатия** выше 1,5 необходима **водяная рубашка охлаждения 5.**
- Для компрессора с ротором диаметром D и длиной l , имеющего Z пластин толщиной δ и эксцентриситете e , при частоте вращения ротора n расход газа будет равен:

$$V = \frac{\lambda_0 (\pi \cdot D - \delta \cdot Z) \cdot l \cdot e \cdot n}{60}, \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

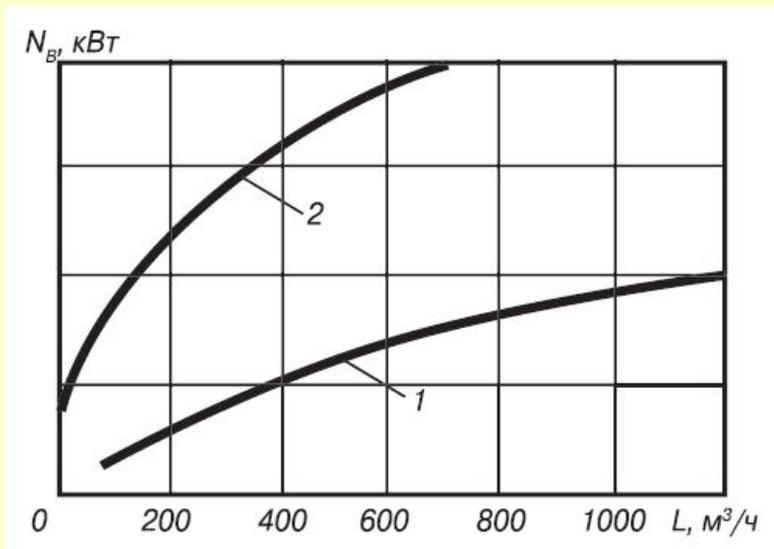
- где λ_0 – коэффициент подачи, имеющий значение 0,5–0,8 и зависящий от степени сжатия компрессора.
- Регулирование расхода газа обычно осуществляют путем изменения частоты вращения, наибольшая глубина регулирования составляет около 50% номинала.

- **Рабочее колесо А** с лопатками, неподвижно закрепленными на колесе, вставлены в **корпус В** с некоторым эксцентриситетом.
- При вращении рабочего колеса жидкостное кольцо образует свободную поверхность.
- **Рабочее пространство 1–4 возрастает**, в результате чего через **всасывающее отверстие Е** поступает газ.
- **Вторая половина объема (пространство 5–8) уменьшается**, происходит сжатие газа и выталкивание его через **нагнетательное отверстие F**.
- **Роль корпуса в таком компрессоре выполняет жидкостное кольцо**, в которое погружаются лопатки вращающегося ротора.

- Для компрессора с ротором диаметром D , длиной l и числом лопаток Z , имеющих толщину δ и эксцентриситете e , при частоте вращения n , об/мин, теоретический объем поступающего газа будет равен:

$$V = \frac{\lambda_0 (\pi \cdot D - \delta \cdot Z) \cdot l \cdot e \cdot n}{60}, \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

- Действительное количество газа, подаваемое компрессором, будет меньше вследствие того, что при сжатии жидкостного кольца давление в этой части будет больше, а толщина кольца – меньше.

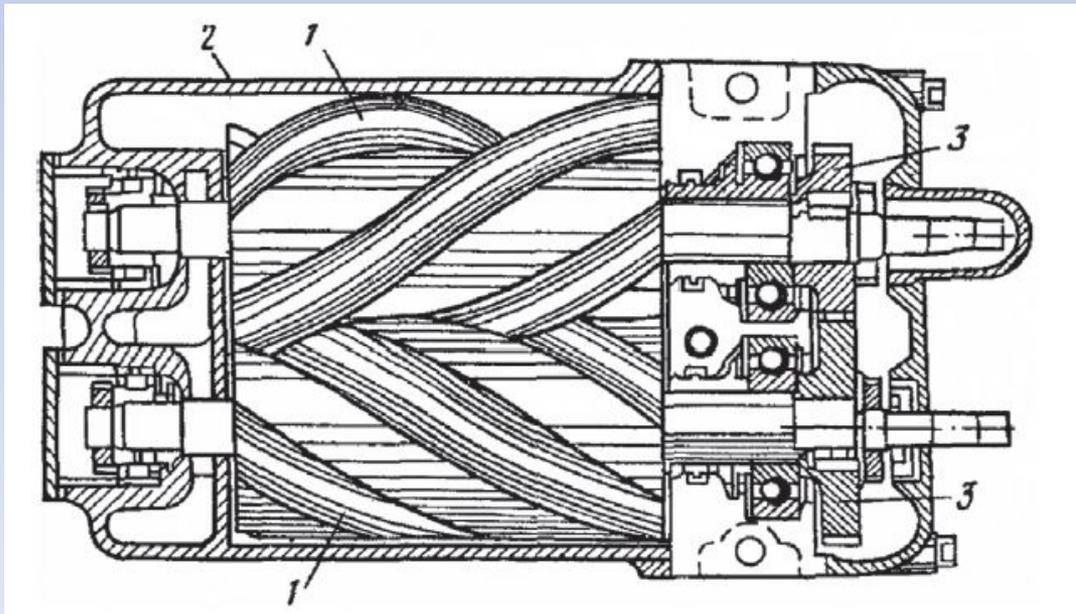


Сравнительные мощностные характеристики компрессоров:
1 – пластинчатый; 2 – водокольцевой

- **Водокольцевые компрессоры** при одном и том же расходе создают давление больше, чем пластинчатые. Поэтому **пластинчатые** экономически более выгодны.
- **Водокольцевые компрессоры** используются там, где требуются сравнительно небольшие давления (до 105 Па).
- **Водокольцевые компрессоры** достаточно эффективны и используются как **вакуум-насосы**. *В этом случае они создают разряжение до 98%.*

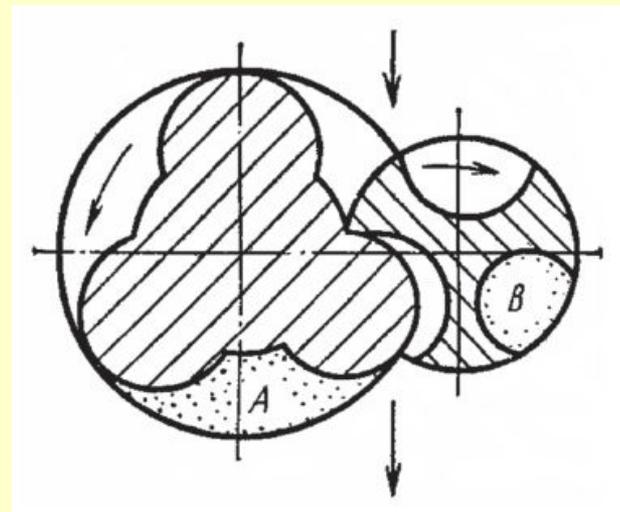
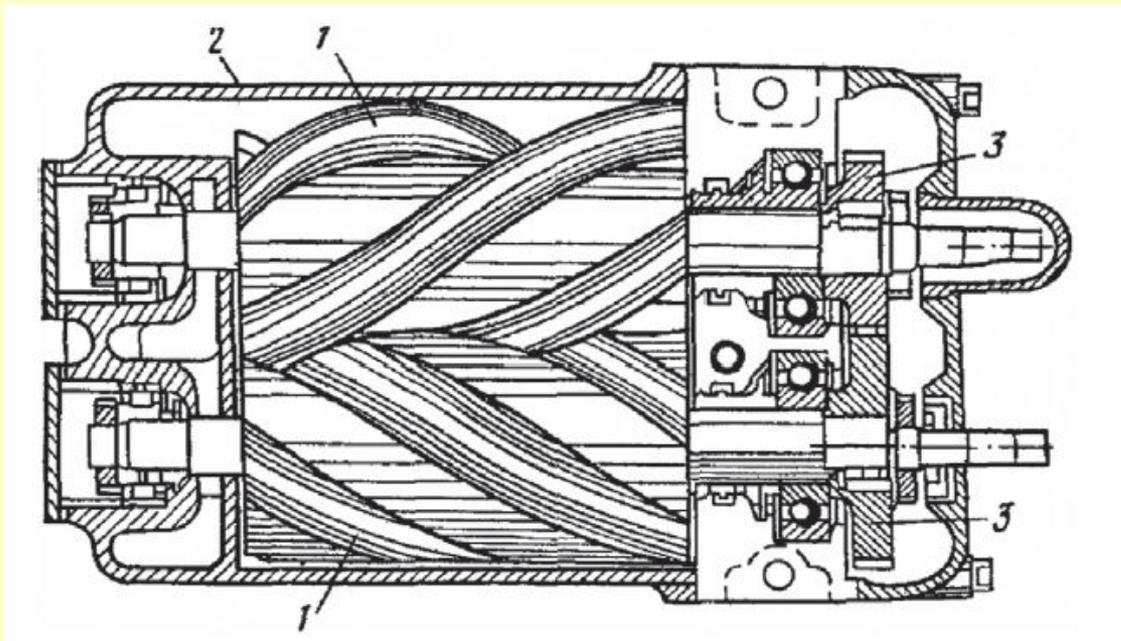
3. Винтовые безмасляные компрессоры

Винтовые компрессоры имеют **два ротора 1** с параллельными осями, вращающихся с небольшими зазорами **в корпусе 2** и связанных между собой **парой шестерен 3**.



**Схема
винтового
компрессора**

- Роторы винтового компрессора представляют собой цилиндрические шестерни с малым числом винтовых зубьев.
- Зацепление зубьев циклоидальное точечное, при этом у одного из роторов зубья лежат целиком вне начальной окружности и имеют выпуклый профиль, а у другого – внутри начальной окружности и имеют вогнутый профиль (см. рис.).



**Разрез
винтового
компрессора**

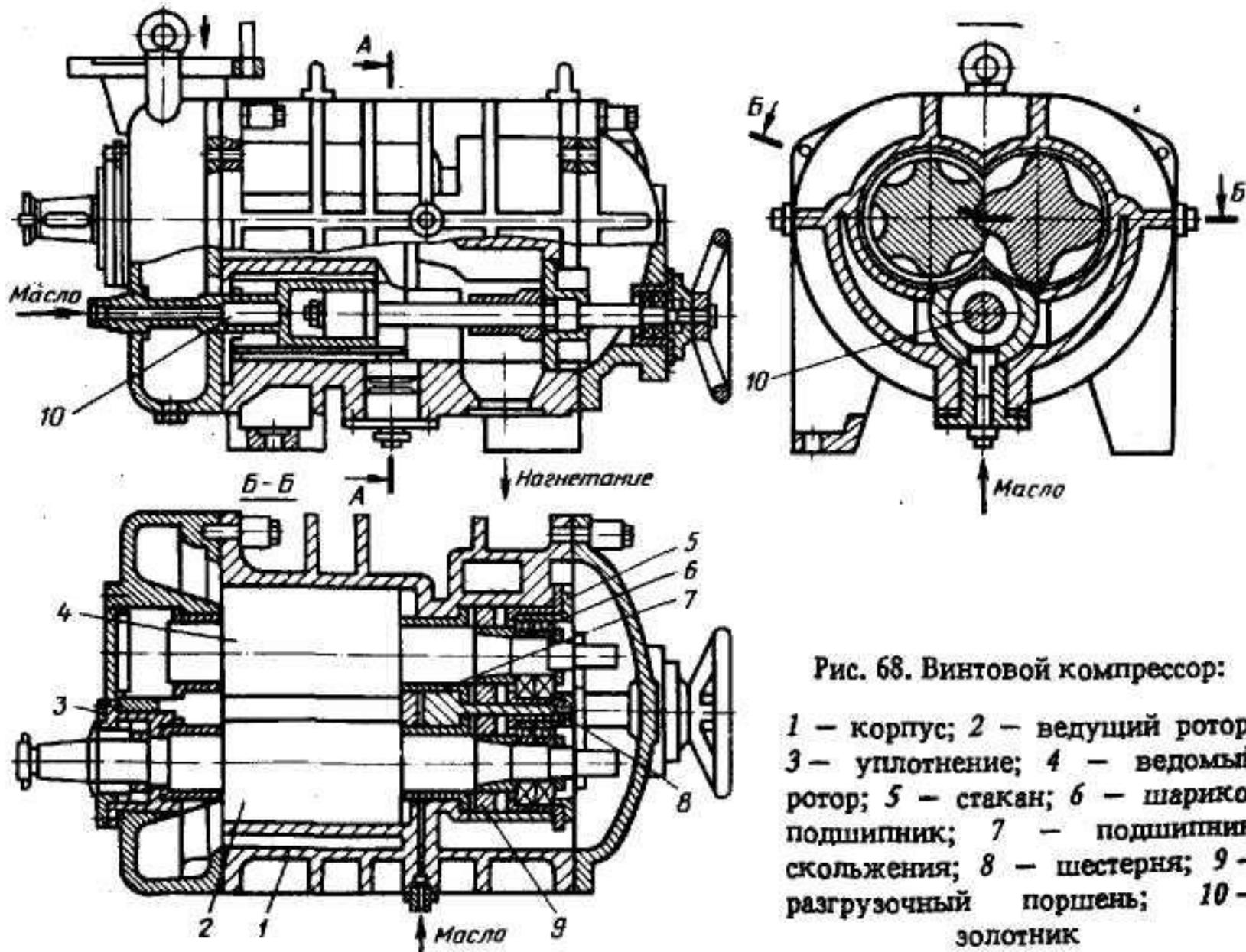


Рис. 68. Винтовой компрессор:

1 — корпус; 2 — ведущий ротор; 3 — уплотнение; 4 — ведомый ротор; 5 — стакан; 6 — шарико-подшипник; 7 — подшипник скольжения; 8 — шестерня; 9 — разгрузочный поршень; 10 — золотник

- Подвод и отвод газа производится через патрубки, расположенные на двух противоположных углах корпуса, так что газ проходит через компрессор в диагональном направлении.
- При вращении роторов газ в плоскостях А и В, ограниченных поверхностями роторов, корпуса и линией соприкосновения роторов, перемещается в осевом направлении со стороны всасывания к стороне нагнетания.
- Винтовые компрессоры работают с частотой вращения **1000÷10000 об/мин.**
- Подача газа лежит в пределах **0,5÷300 м³/мин.** Создают давления выше $2 \cdot 10^5$ Па, при КПД выше, чем у других типов компрессоров.

- В первых винтовых компрессорах винт имел симметричный профиль (бессмазочный компрессор или компрессор с сухим сжатием) и в камере сжатия не использовалась жидкость.
- В конце 1960-х годов были внедрены высокоскоростные бессмазочные винтовые компрессоры с асимметричным профилем винта. Новый профиль винта, благодаря уменьшению внутренней утечки, позволил значительно повысить КПД.
- В компрессорах с сухим сжатием для синхронизации вращающихся навстречу друг другу роторов используется внешняя зубчатая передача.

- Так как роторы не соприкасаются ни друг с другом, ни с корпусом компрессора, в камере сжатия отдельной смазки не требуется. Поэтому в сжатом воздухе совершенно отсутствует масло.
- Роторы и корпус изготавливаются с высокой точностью, чтобы уменьшить утечку воздуха со стороны нагнетания в сторону впуска.
- Полное отношение давлений ограничивается разностью температур на впуске и выпуске.
- Поэтому без смазочные винтовые компрессоры зачастую изготавливаются с несколькими ступенями.



Ступень безмасляного винтового компрессора

- Шейки ведущего и ведомого роторов закреплены в корпусе, который оснащен рубашкой с водяным охлаждением. Передний ротор с четырьмя выступами является ведущим и присоединен к редуктору. Дальний ротор с шестью выступами является ведомым. Он удерживается на месте синхронизирующим устройством. Углеграфитное покрытие предотвращает коррозию ротора

4. Компрессоры винтовые с нагнетанием жидкости в камеру сжатия



Маслосмазываемый винтовой компрессор GA7 марки «Атлас Копко» одноступенчатого сжатия на ресивере, производительностью **1м³/мин** и максимальным давлением **10 бар (10 атмосфер)**.

- Винтовые компрессоры с нагнетанием жидкости охлаждаются и смазываются жидкостью, которая нагнетается в камеру сжатия, а также зачастую и в подшипники компрессора.
- Жидкость предназначена для охлаждения и смазки компрессорного элемента, а также для уменьшения обратной утечки воздуха в сторону воздухозабора.
- В настоящее время для этих целей чаще всего *используется масло* из-за его хороших смазочных свойств, но могут применяться и другие жидкости, например, **вода**.
- Винтовые компрессорные элементы с нагнетанием жидкости изготавливаются с большим отношением сжатия, и для получения давлений до **13 бар (13 атмосфер)** обычно достаточно одной ступени сжатия.

- Малая обратная утечка в элементе означает также, что эффективно работают даже относительно небольшие компрессоры.