

Принцип действия и устройство турбобура

При бурении нефтяных и газовых скважин применяют гидравлические и электрические забойные двигатели, преобразующие соответственно гидравлическую энергию бурового раствора и электрическую энергию в механическую на выходном валу двигателя. Гидравлические забойные двигатели выпускают гидродинамического и гидростатического типов. Первые из них называют турбобурами, а вторые — винтовыми забойными двигателями. Электрические забойные двигатели получили наименование электробуров.

ТУРБОБУРЫ

Турбобур представляет собой многоступенчатую гидравлическую турбину, к валу которой непосредственно или через редуктор присоединяется долото.

Каждая ступень турбины состоит из диска статора и диска ротора .

В статоре, жестко соединенном с корпусом турбобура, поток бурового раствора меняет свое направление и поступает в ротор , где отдает часть своей гидравлической мощности на **вращение лопаток ротора** относительно оси турбины. При этом на лопатках статора создается **реактивный вращающий момент**, равный по величине и **противоположный по направлению вращающему моменту ротора**. Перетекая из ступени в ступень буровой раствор отдает **часть своей гидравлической мощности каждой ступени**. **В результате вращающие моменты всех ступеней суммируются на валу турбобура и передаются долоту**. Создаваемый при этом в статорах реактивный момент воспринимается корпусом турбобура и БК

Работа турбины характеризуется частотой вращения вала n , вращающим моментом на валу M , мощностью , перепадом давления P и коэффициентом полезного действия .

Как показали стендовые испытания турбины, зависимость момента от частоты вращения ротора почти прямолинейная. Следовательно, чем больше n , тем меньше M , и наоборот.

- В этой связи различают два режима работы турбины: тормозной, когда $n = 0$, а M достигает максимального значения, и холостой, когда n достигает максимального, а $M=0$. В первом случае необходимо к валу турбины приложить такую нагрузку, чтобы его вращение прекратилось, а во втором
-

В этой связи различают два режима работы турбины: **тормозной**, когда $n = 0$, а M достигает максимального значения, и **холостой**, когда n достигает максимального, а $M=0$. В первом случае необходимо к валу турбины приложить такую нагрузку, чтобы его вращение прекратилось, а во втором – совершенно снять нагрузку.

Максимальное значение мощности достигается при частоте вращения турбины $n = n_0$.

Режим, при котором мощность турбины достигает максимального значения называется **экстремальным**.

Все технические характеристики турбобуров даются для значений экстремального режима. В этом режиме работа турбобура **наиболее устойчива**, так как небольшое изменение нагрузки на вал турбины не приводит к сильному изменению n и, следовательно, к возникновению вибраций, нарушающих работу турбобура.

Режим, при котором коэффициент полезного действия турбины достигает максимального значения называется **оптимальным**. При работе на оптимальном режиме, т. е. при одной определенной частоте вращения ротора турбины для данного расхода бурового раствора Q , потери напора на преодоление гидравлических сопротивлений в турбине P минимальны

При выборе профиля лопаток турбины стремятся найти такое конструктивное решение, чтобы при работе турбины кривые максимальных значений и располагались близко друг к другу. Линия давления P таких турбин располагается почти симметрично относительно вертикали, на которой лежит максимум мощности.

Таким образом, при постоянном расходе бурового раствора Q параметры характеристики турбины определяются частотой вращения ее ротора n , зависящей от нагрузки на вал турбины (на долото).

При изменении расхода бурового раствора Q параметры характеристики турбины изменяются совершенно по другому.

Пусть при расходе бурового раствора Q_1 и соответствующей этому значению частоте вращения ротора турбины n_1 при оптимальном режиме турбина создает мощность 1 и вращающий момент M_1 , а перепад давления в турбине составляет P_1 . Если расход бурового раствора увеличить до Q_2 , параметры характеристики турбины изменятся следующим образом:

$$\begin{aligned}n_1 / n_2 &= Q_1 / Q_2 \\1 / 2 &= (Q_1 / Q_2)^3 \\M_1 / M_2 &= (Q_1 / Q_2)^2 \\P_1 / P_2 &= (Q_1 / Q_2)^2\end{aligned}$$

Эффективность турбины значительно зависит от расхода бурового раствора Q . Однако увеличение расхода Q ограничивается допустимым давлением в скважине.

Параметры характеристики турбины изменяются также пропорционально изменению плотности бурового раствора .

Частота вращения ротора турбины n от изменения плотности не зависит.

Параметры характеристики турбины изменяются также пропорционально изменению числа ступеней.

ГОСТ 26673-90 предусматривает изготовление безшпиндельных (ТБ) и шпиндельных (ТШ) турбобуров.

Турбобуры ТБ применяются при бурении вертикальных и наклонных скважин малой и средней глубины без гидромониторных долот. Применение гидромониторных долот невозможно по тем причинам, что через нижнюю радиальную опору (ниппель) даже при незначительном перепаде давления протекает 10 – 25% бурового раствора.

Значительное снижение потерь бурового раствора достигается в турбобурах, нижняя секция которых, названная шпинделем, укомплектована многорядной осевой опорой и радиальными опорами, а турбин не имеет.

- <https://www.youtube.com/watch?v=FgC9DAr7WXc>

Видео
