

Бурение

нефтяных и газовых скважин

5. МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ ВРАЩЕНИЯ ДОЛОТА

Балаба Владимир Иванович
РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина

Фрагменты презентации

Классификация способов вращательного бурения



Техническая характеристика ротора Р-700

Диаметр отверстия, мм	700
Расчетная мощность привода, кВт	не менее 630
Максимальная статическая нагрузка на стол ротора, кН	200
Частота вращения стола ротора, с ⁻¹ (об/мин)	0-3,33 (0-200)
Статический крутящий момент на столе ротора, кН•м	57-65
Допускаемая скорость вращения, об/мин	300
Клиньевой захват	ПКР БО-700
Габаритные размеры, м	2,25×1,43×0,75
Масса, кг	5130

Ротор может работать при четырех скоростях вращения: **60, 120, 160, 200 об/мин.**



5.2. Верхний силовой привод (ВСП)

*интегрированный
верхний привод
(ИВП),
силовой вертлюг*

Балаба В.И.

4



Верхний силовой привод

Выполняет функции ротора, вертлюга, крюка, противовыбросовой фонтанной арматуры (ПФА) и частично свинчивания труб.

ВСП должны оснащаться БУ для бурения скважин (Правила, п. 2.5.8):

- с глубины более 4500 м;
- с ожидаемым содержанием в пластовом флюиде сероводорода свыше 6% (объемных);
- наклонно направленных с радиусом кривизны менее 30 м;
- горизонтальных с глубиной по вертикали более 3000 м и горизонтальным положением ствола более 300 м.



Интегрированный верхний привод ИВП-200

ИВП-200, выпускаемый ВЗБТ, состоит из:

- интегрированного талевого блока грузоподъемностью 200 т;
- силового блока, выполняющего функции ротора и вертлюга;
- трубного манипулятора со встроенным трубным ключом;
- системы ПФА;
- гидроэлеватора;
- траверс (верхней и нижней) с соединительными штангами;
- гидростанции и пульта управления.



Достоинства ВСП

- **наращивание** инструмента при бурении производится свечами длиной 25-27 м, а не "однотрубками", чем исключается два наращивания из трех - достигается значительная экономия времени

- **возможность** (при необходимости) производить СПО с вращением колонны труб и с циркуляцией в скважине даже при большом угле наклона, чем уменьшается вероятность прихватов

- **возможность** быстрой и надежной герметизации скважины встроенной в привод ПФА (двумя шаровыми кранами) в процессе бурения и при СПО

Балабоа В.И.



5.3. Турбобур

Гидравлический забойный двигатель, в котором для преобразования *гидравлической* энергии потока промывочной жидкости в *механическую* энергию вращательного движения используется **многоступенчатая осевая турбина лопастного типа**.



5.3.1. Принцип действия гидравлической осевой турбины

Единичная ступень:

1, 5 - наружный обод ротора и статора

2, 3 - лопатка ротора и статора

4, 6 - внутренний обод ротора и статора

Паз для закрепления на валу



5.3.2. Конструкция турбобура

1 - переводник

2 - корпус

3 - осевая опора

4 - комплект ступеней турбины
(100–120 в турбобуре Т12М3)

5 - вал (сплошной в верхней части и
полый ниже турбинок)

6 - две промежуточные
резинометаллические радиальные
опоры

7 - ниппель (закрепляет опорные
элементы осевой опоры и статоров в
корпусе турбобура, герметизирует
зазор между валом и нижней частью

Валова В.И.
10
корпуса, центрирует нижний конец
вала)



5.3.3. Энергетическая характеристика турбины турбобура

M_T - тормозной момент

N_{Σ} - максимальная мощность;

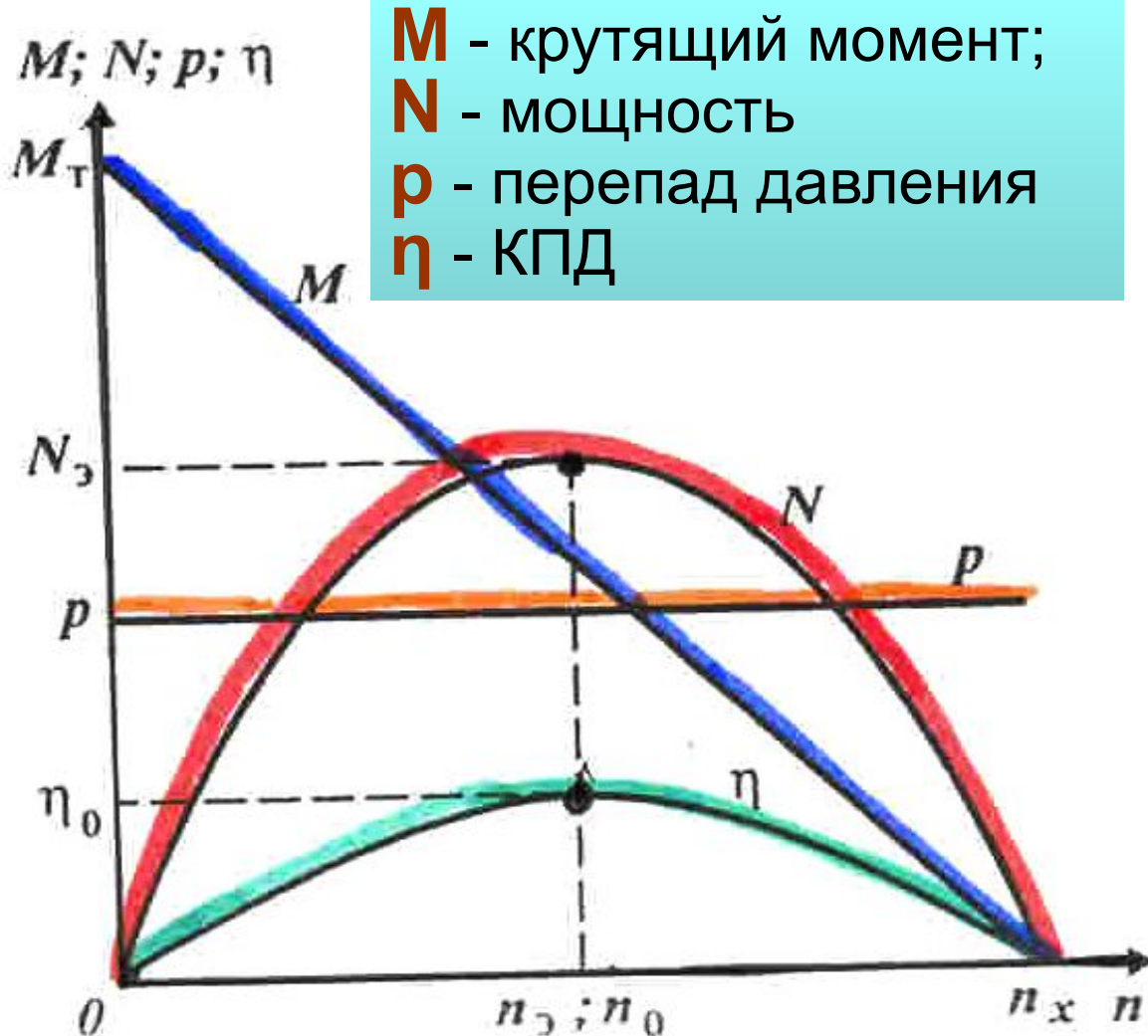
n - частота вращения;

n_{Σ} , n_x , n_0 - частота вращения, соответственно на экстремальном (при **N_{Σ}**), холостом и оптимальном (при **η_0**) режимах;

η_0 - максимальный КПД

Блаба В.И.

11



5.3.4. Эффективность преобразования гидравлической энергии потока в мощность на валу турбобура

Потери энергии:

- **объемные**
- **гидравлические**
- **механические**

Объемные потери - не

вся промывочная жидкость, поступающая в турбобур, проходит через лопатки турбин.

Оцениваются объемным

КПД - η_v

Балаба В.И.



Эффективность преобразования гидравлической энергии потока в мощность на валу турбобура

Гидравлические потери - несовершенство аппарата самой турбины. Характеризуются гидравлическим КПД - η_r .

Часть механической мощности расходуется на преодоление внутренних сопротивлений (трение в пяте, радиальных опорах и т.п.). Эти потери мощности учитываются механическим КПД - η_m .

Коэффициент полезного действия турбобура

$$\eta = \eta_o \eta_r \eta_m = 0,5-0,6$$



5.3.5. Секционные турбобуры (ТС)

Используются для **увеличения крутящего момента**. Состоят из двух и более последовательно соединенных между собой секций.

Соединение секций в турбобур производится непосредственно на буровой.

Корпуса секций соединяются переводниками на конической резьбе, валы секций - с помощью муфт.

Балаба В.И.



5.3.6. Снижение частоты вращения вала турбобура

1. Применение высокоциркулятивных турбин в сочетании с перепускным клапаном (высокомоментные турбобуры серии **A**: А6Ш, А7Ш, А9Ш и др.)

Сбрасывание части жидкости через перепускной клапан при повышении давления сверх некоторого предела позволяет ограничить частоту вращения вала турбобура.

2. Использование решеток гидроторможения (турбобуры серии **АГТ**: А6ГТ, А7ГТ, А9ГТ) с гидродинамическим торможением.

Решетки гидроторможения поглощают часть крутящего момента, развиваемого турбиной.

Частота вращения вала турбобура снижена до 250–300 об/мин.

Балаба В.И.



Снижение частоты вращения вала турбобура

3. Использование редуктора, снижающего частоту вращения.

Маслонаполненный редуктор (многорядная планетарная передача в герметизированном корпусе) позволяет снизить частоту вращения вала турбобура (серия **ТР**) при его устойчивой работе до 130–170 об/мин.



Турбобур редукторный

Промывочная
жидкость

- А - турбина
- В, D - опорный узел
- С - редуктор-вставка
- Е - долото
- 1 - соединительная полумуфта
- 2 - радиальная опора
- 3 - клапан
- 4 - лубрикатор
- 5 - уплотнение
- 6 - роликподшипник
- 7 - входной вал
- 8 - планетарная передача
- 9 - выходной вал
- 10 - корпус.

Масло



Техническая характеристика турбобуров в рабочем режиме

Шифр турбобура	Количество ступеней	Расход жидкости (вода), л/мин	Частота вращения в рабочем режиме, об/мин	Момент на валу, Н•м	Мощность, кВт	Перепад давления, МПа	КПД
3	336	20	505	1000	51,5	6,0	0,44
А6Ш(1172)	212	20	475	720	35,3	4,5	0,40
T12M3E-172	121	25	625	650	41,9	3,0	0,57
T12M3B-195	100	30	660	850	57,3	3,5	0,56
3	285	22	485	1300	64,7	5,0	0,60
УСШ-195	318	40	355	1750	63,2	3,0	0,55
А7Ш(195)	232	30	320	1050	63,9	8,0	0,27
А7Ш(195)	236	30	520	1900	101,4	8,0	0,43
3	318	32	420	2500	107,3	5,0	0,69
Т12М3В0240	104	50	660	2000	135,2	4,0	0,69
А9Ш(240)	210	45	420	3000	129,4	7,0	0,44

Бадаба В.И.



5.3.7. Турбобуры специального назначения

Колонковое турбодолото (КТДЗ, КТД4) для бурения с отбором керна. Грунтоноска размещена в полом валу турбобура. Поднимается внутри БК с помощью захватного приспособления (шлипса), подвешенного на конце каната.

Турбинный отклонитель (ТО) для искривления скважины. Включает секцию турбобура и шпиндель, соединенные изогнутым переводником (угол $0^{\circ}30' - 1^{\circ}30'$). Валы турбобура и шпинделя соединены кулачковой муфтой.



Турбобуры специального назначения

Агрегат реактивно-турбинного бурения (РТБ) для проводки скважин большого диаметра (от 394 до 2600 мм). Включает от двух до четырех турбобуров, соединенных траверсами. Если агрегат вращается с поверхности ротором, способ бурения называется роторно-турбинным.

1 - переводник, **2** - траверса, **3** - турбобур,
4 - хомут, **5** - груз, **6** - долото

Балаба В.И.



5.4. Объемный гидравлический двигатель (винтовой забойный двигатель - ВЗД)

Упрощенная схема ВЗД:

1 – корпус

2 – ротор

3 – вал

4, 5 – осевой и радиальный подшипники

6 - долото



5.4.1. Конструкция винтового забойного двигателя Д2-172

1 - переводник

2 - корпус
двигательной
секции

3 - статор

4 - ротор

5 - карданный
вал

6 - корпус
шпинделя

7 - торцовый
сальник

8 -
многорядный
радиально-
упорный
подшипник

9 -
радиальная
резинометал
лическая
опора

10 - вал
шпинделя



Контуры сечений рабочих поверхностей статора (А) и ротора (Б) винтового двигателя

А

**Заштрихованы
шлюзовые камеры
высокого давления**

Б



5.4.2. Техническая характеристика ВЗД

Показатели	Д1-54	Д-85	Д-127	Д2-172	Д1-195
Подача насоса, л/с	1,0–2,5	5–7	12–15	20–30	25–35
Частота вращения вала, об/мин	180–480	225–290	200–250	115–170	90–130
Вращающий момент, Н·м	0,6–0,8	2,7–3,4	10-12	30-35	45–53
Эффективная мощность на валу, кВт	1,3–3,1	6-18	21–31	35–61	41–71
Перепад давления в двигателе, МПа	3,8–4,2	2,7–3,0	3,5–4,5	4,5–5,0	4,0–6,0
Максимальный диаметр корпуса, мм	54	85	127	172	195
Масса, кг	25	105	305	880	1140

Балаба В.И.



5.5. Турбинно-винтовой двигатель

Турбобур низкооборотный с винтовым модулем (ТНВ)

ТНВ-195:

Расход жидкости 20-28 л/с

Частота вращения вала

80-270 об/мин

Момент силы на валу

3000-5500 Н•м

Перепад давления

6,5-8,2 МПа

Винтовой модуль

Муфта соединительная

Турбинная секция

Осевая
опора

Шпиндель

Долото

[Перейти на первую страницу](#)



5.6. Электробур

Асинхронный маслonaполненный двигатель и маслonaполненный шпиндель на подшипниках качения, размещенные в трубном корпусе.

Пакеты магнитопроводной стали **статора разделены пакетами немагнитопроводной стали в местах расположения радиальных шариковых опор ротора.**

Пакеты **ротора с алюминиевой обмоткой насажены на полом валу двигателя.**

Внутренняя полость двигателя заполнена изоляционным маслом.

Балаба В.И.



Конструкция электробура

1 – контактный
стержень

2 – переводник

10 - токоподвод к
статору

12 - статор

16 - ротор

22 - корпус
шпинделя

35 - вал шпинделя

36 – переводник
на долото

Балаба В.И.



Преимущества электробура по сравнению с гидравлическими забойными машинами

- **режим работы** практически не зависит от свойств циркуляционного агента
- **токоподвод** к электробуру является каналом связи, позволяющим использовать забойные системы контроля режима работы породоразрушающего инструмента и непрерывно следить за направлением ствола скважины
- все детали работают в среде, изолированной от промывочной жидкости, он **меньше подвержен абразивному износу** и его рабочая **характеристика** остается практически неизменной в течение всего срока работы

