

УДК 622.24

Н.М. Скорняков, К.А. Ананьев, М.К. Хуснутдинов, Ю.В. Дрозденко

СИСТЕМА РЕГИСТРАЦИИ ПАРАМЕТРОВ БУРЕНИЯ
ГИДРОФИЦИРОВАННОГО БУРОВОГО СТАНКА

Известно, что при бурении скважин выбранный режим бурения оказывает значительное влияние на скорость и энергоёмкость процесса. Очевидно существование оптимального режима работы бурового станка для конкретных условий, при котором отношение энергоёмкости к производительности бурения будет минимальным. Для определения данного режима необходимо определить влияние параметров привода на процесс разрушения породы.

При вращательном бурении режим определяется тремя параметрами: усилием подачи (R), крутящим моментом (M) и частотой вращения (n), от которых зависит скорость (V) и энергоёмкость бурения.

Первичной задачей является определение данных параметров как функции от времени. При натурном эксперименте получение данных требует создание адекватной измерительной системы.

Рассмотрим проблемы создания такой системы применительно к гидрофицированному буровому станку, разработанному на кафедре горных

машин и комплексов ГОУ КузГТУ (рис. 1).

Вращатель 6 перемещается по направляющей раме 1 гидроцилиндром подачи 2. Шток гидроцилиндра связан с направляющей рамой 1 фиксатором 9, а корпус – с ходовой рамой 5 вращателя 6. Буровая штанга крепится к патрону 7, вращение на который передается от гидромотора 3 через цепную передачу. Штуцер 4 предполагает возможность подвода воды или воздуха в скважину для удаления продуктов разрушения. Цапфами 8 направляющая рама 1 крепится к установочной раме (на рисунке не показано).

Преимущество бурового станка с гидравлическими приводами подачи и вращения с точки зрения регистрации силовых параметров (R , M) заключается в возможности использования преобразователей давления, которые отличаются простой монтажа и подключения к регистрирующему прибору. К тому же это позволяет регистрировать пульсации, создаваемые различными типами насосов, а значит изучать влияние динамических характеристик привода.

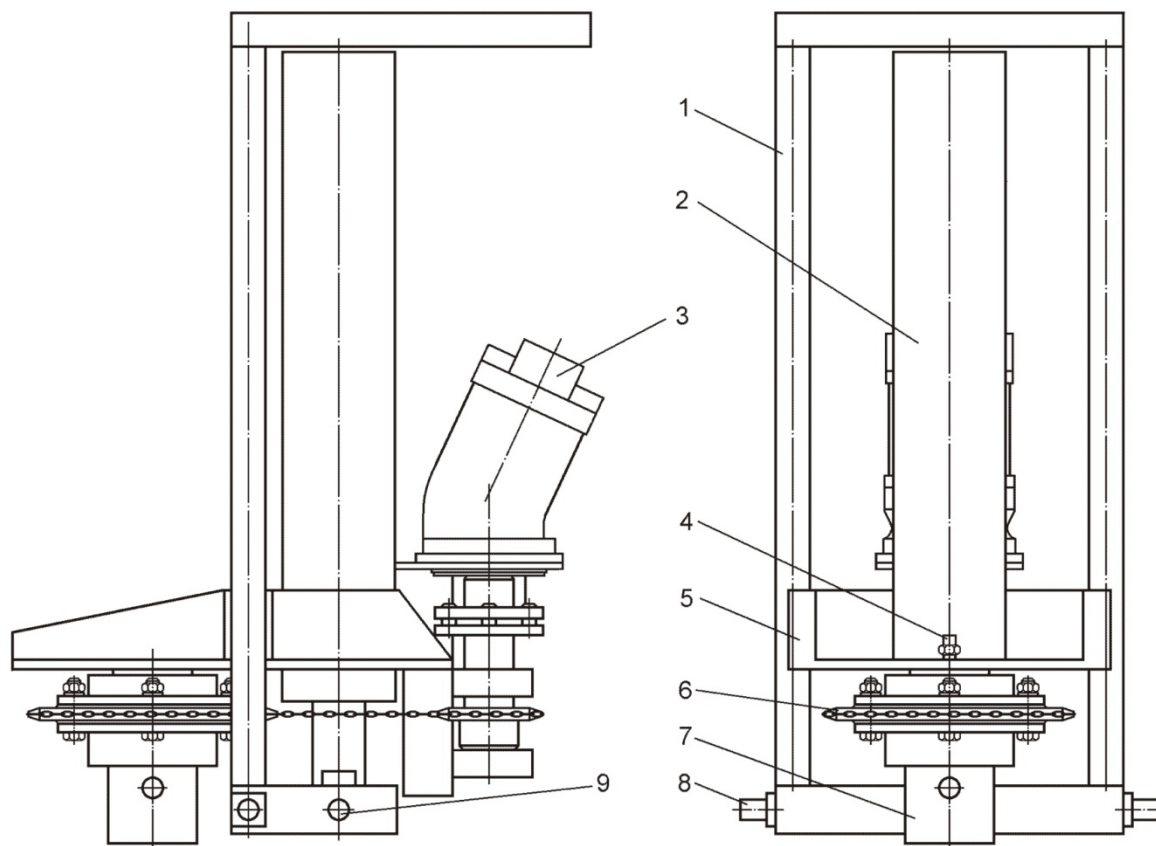


Рис. 1. Конструктивная схема бурового станка

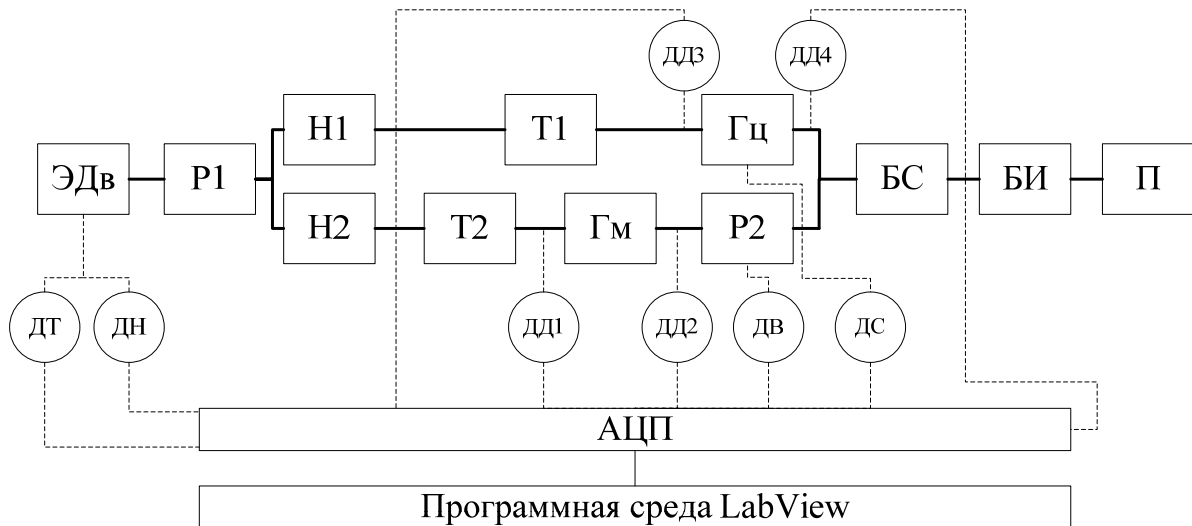


Рис. 2. Структурная схема экспериментальной установки:

ЭДв – электродвигатель; Р1 – приводной редуктор; Н1, Н2 – гидронасосы;

Т1, Т2 – трубопроводы и гидроаппараты; Гц – гидроцилиндр подачи; Гм – гидромотор;

Р2 – цепная передача; БС – буровой став; БИ – буровой инструмент; П – разрушаемая порода;

ДТ, ДН – датчики тока и напряжения; ДД1, ДД2, ДД3, ДД4 – датчики давления;

ДВ – датчик частоты вращения; ДС – датчик скорости подачи.

Регистрация кинематических параметров (n , V) путем идентификации параметров потока жидкости весьма затруднительна, хотя и возможна расходомерами.

Однако внутри гидроаппаратов возникают утечки и не весь расход жидкости, фиксируемый расходомером, идет на создание скорости. Проще и достоверней для рассматриваемой экспериментальной установки определять эти параметры, используя преобразователи механических величин.

На рис. 2 приведена структурная схема экспериментальной установки.

К асинхронному электродвигателю подключены датчики тока (ДТ) Honeywell CSLA2EJ и напряжения (ДН), позволяющие идентифицировать затрачиваемую в процессе бурения мощность. Датчиками напряжения послужили делители с резисторами на 51 кОм и на 500 Ом.

Давление, которое непосредственно идет на создание крутящего момента, определяется разностью давлений на входе в гидромотор и на выходе из него.

$$M = \frac{(p_1 - p_2)q_m}{2\pi} \eta_{гм},$$

где M – крутящий момент; p_1 – давление на входе гидромотора, измеряемое датчиком ДД1; p_2 – давление на выходе гидромотора, измеряемое датчиком ДД2; q_m – рабочий объем гидромотора; $\eta_{гм}$ – гидромеханический КПД мотора.

Усилие подачи бурового инструмента на забой определяется выражением

$$R = R_p + G \sin \alpha,$$

где R_p – усилие, вызываемое действующим давлением; G – вес подвижной части станка; α – угол наклона скважины к горизонту.

Вес подвижной части станка неизменен, как и угол наклона скважины. Во времени меняется лишь R_p , определяемое уравнением

$$R_p = (p_3 S_{ш} - p_4 S) \eta_{гм},$$

где p_3 – давление на входе гидроцилиндра, измеряемое датчиком ДД3; p_4 – давление на выходе гидроцилиндра, измеряемое датчиком ДД4; $S_{ш}$ – площадь поршня со стороны штоковой полости гидроцилиндра; S – площадь поршня со стороны поршневой полости гидроцилиндра; $\eta_{гм}$ – гидромеханический КПД гидроцилиндра.

В измерительной схеме применены датчики давления типа МД-Т без демпферов на входе, что позволяет регистрировать пульсацию давления в гидросистеме.

В качестве датчика вращения использован тахогенератор постоянного тока типа 2,5ТПП-4, установленный в центре выходной звездочки цепной передачи, где частота вращения соответствует частоте вращения бурового става. Для экспериментального бурового станка максимальная выходная частота вращения $n_{max} = 90$ об/мин. Следовательно, в диапазоне от 0 до n_{max} характеристика выбранного тахогенератора должна быть линейной, что подтверждает его тарировочный график.

При выборе средств измерения скорости бурения обнаружился ряд проблем. С одной стороны самым простым способом измерения было бы установить переменный резистор, изменяющий свое сопротивление по мере движения каретки, и далее по крутизне замеренной характеристики идентифицировать скорость. Изменение скорости происходит в пределах от 0 до 1,5 м/мин.

При малых скоростях движения шумы такого резистора сопоставимы с полезным сигналом, что недопустимо. К тому же полный рабочий ход подачи бурового станка достаточно велик – 770 мм, и подобрать резистор на полный ход не представляется возможным.

Вариант со специализированными датчиками скорости, обладающими высокой точностью и линейностью при малых скоростях, идеален с точки зрения получения данных при известной тарировочной характеристике.

Единственным и самым существенным недостатком таких датчиков является их высокая стоимость.

Доступными по цене с необходимыми характеристиками оказались оптические энкодеры. Неудобство их использования заключается в обработке полученных данных, для расшифровки которых требуется достаточно сложный алгоритм. Программа обработки данных энкодера создана в среде LabView 7.

Сигнал от всех датчиков регистрировался с частотой дискретизации 1 кГц при помощи шестнадцатиразрядного АЦП National Instruments PCI-6251.

Данная система регистрации параметров бурения гидрофицированного бурового станка обладает рядом преимуществ и недостатков.

Преимуществом является возможность регистрации силовых параметров в широком диапазоне значений. При этом удается идентифицировать пульсацию давления в гидросистеме, т.е. исследовать динамику приводов подачи и вращения.

Однако упругость гидравлической системы сглаживает колебания частотой свыше 50 Гц, не позволяя определить частоты скалывания, необ-

ходимые для исследования динамики разрушения породы. Аппроксимационные зависимости, полученные по данным [1, с.220] дают возможность примерно оценить частоту скалывания одним резцом для используемой в ходе эксперимента буровой коронки. Для массива со свойствами хрупкого трещиноватого угля и частоты вращения $n = 90$ об/мин аппроксимационная зависимость представлена на рис. 3.

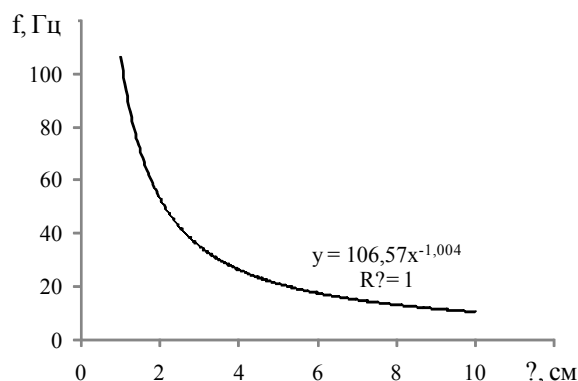


Рис. 3. Зависимость частоты скалывания от толщины среза

При толщине среза 0,5 см и максимальной частоте вращения частота скалывания ориентировочно равна 200-250 Гц. Этим обуславливается необходимость введения в измерительную систему дополнительного датчика с рабочим диапазоном частот до 500 Гц, установленного как можно ближе к забою. При дальнейших исследованиях предполагается оснастить резец акселерометром типа ADXL.

Пробные испытания показали, что применяемая система измерения позволяет с достаточной точностью получать данные при бурении до глубины 2 м.

При больших глубинах начинают сказываться упругие свойства бурового става.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Резание угля / А. И. Берон [и др.]. – М. : Госгортехиздат, 1962. – 439 с.

□ Авторы статьи:

Скорняков
Николай Михайлович
- докт. техн. наук, проф.
каф. «Горные машины и
комплексы» КузГТУ
Тел. 8-3842- 39-69-40

Ананьев
Кирилл Алексеевич
- ст. препод. каф. «Горные
машины и комплексы»
КузГТУ Email:
ananiev_k@rambler.ru

Дрозденко
Юрий Вадимович
- ст. преп. каф. «Горные
машины и комплексы»
КузГТУ
Тел. 8-3842- 39-69-40

Хуснутдинов
Михаил Константинович
-ст. преп. каф. «Горные
машины и комплексы»
КузГТУ
Тел. 8-3842- 39-69-40