

УДК 621.9.06

## СПОСОБЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ РАБОТЫ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ БУРОВОГО СТАНКА

*В.Б. Васильев, А.П. Муслимов*

Проведен анализ способов регулирования исполнительных органов в гидравлических системах буровых станков.

*Ключевые слова:* гидравлическая система; исполнительные механизмы; управление; регулирование расхода жидкости; процесс бурения.

---

## METHODS OF OPERATION CONTROL OF THE EXECUTIVE BODIES OF HYDRAULIC DRILLING RIG

*V.B. Vasilyev, A.P. Muslimov*

It is carried out the analysis of ways of regulation of executive bodies in hydraulic systems of drilling rigs.

*Keywords:* hydraulic system; executive mechanisms; management; control of fluid flow; drilling process.

Безаварийная работа бурового оборудования является основным фактором, улучшающим технико-экономические показатели буровых работ.

При бурении скважин нередко возникают нарушения нормального технологического процесса, связанного с поломками и прихватами бурильного инструмента, что принято называть аварией.

Аварии в процессе бурения можно избежать, если будет обеспечено гибкое сочетание режимов бурения с изменяемыми свойствами буримых в реальном времени пород, а также будет выполняться тщательный уход за оборудованием и инструментом и строгое соблюдение всех профилактических мероприятий.

Автоматическое регулирование режимов бурения при переменных свойствах пород позволяет значительно уменьшить вероятность возникновения аварий, уменьшить стоимость процесса посредством стабилизации крутящего момента на буровом инструменте и силы резания, что значительно повышает стойкость инструмента [1, 2].

Стабилизировать силу резания можно за счет управления одним или несколькими факторами, изменение которых оказывает влияние на ее величину, например, скорости резания или подачи бурового инструмента, что предполагает осна-

щать буровые машины исполнительными механизмами с возможностью регулирования их выходных параметров – скорости движения, усилия или момента.

В качестве исполнительных механизмов в буровых станках широко применяется гидравлический привод, который имеет ряд преимуществ: быстроедействие, широкий диапазон регулирования, высокую весовую отдачу, малые габариты и массу, плавность перемещения и т. д. Рассмотрим существующие способы регулирования исполнительных механизмов, их достоинства, недостатки и область применения.

На рисунке 1 представлена классификация способов регулирования скоростей движения гидравлических исполнительных органов.

Регулирование скоростей движения гидравлических исполнительных органов буровых станков можно осуществлять непрерывно, меняя расход жидкости, подаваемой в гидродвигатель, или меняя объем рабочей камеры по определенному закону – либо объемным регулированием, либо дроссельным – за счет изменения площади проходного сечения.

*Дискретное регулирование* предусматривает получение некоторой постоянной скорости движения исполнительного гидродвигателя путем дискретной подачи расхода в силовой цилиндр.

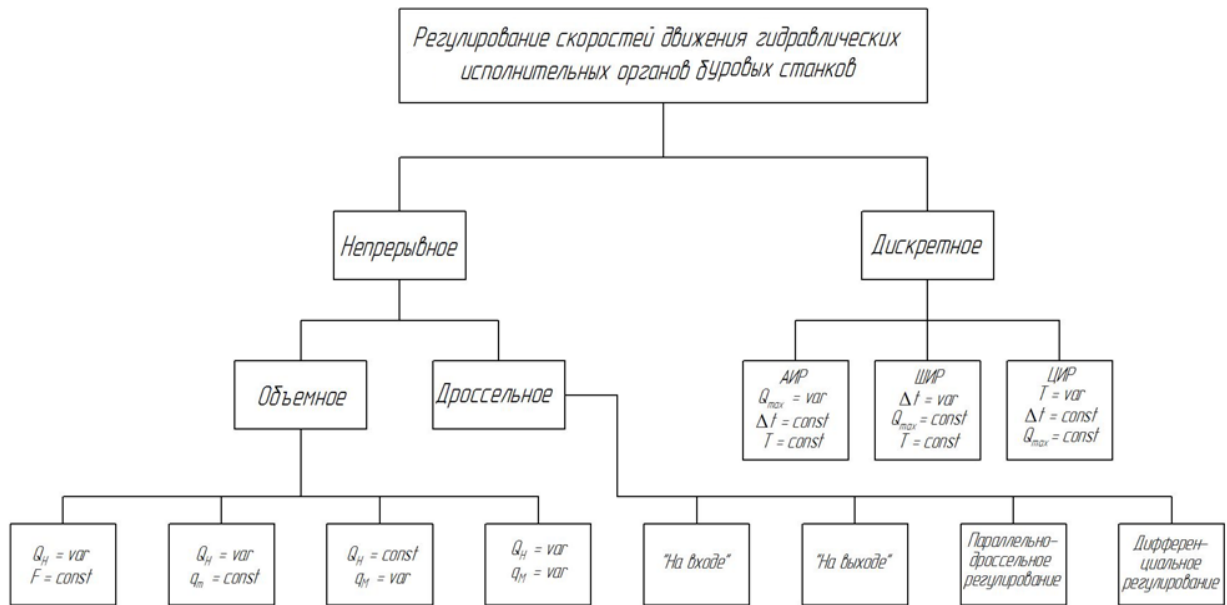


Рисунок 1 – Классификация способов регулирования скоростей движения гидравлических исполнительных органов буровых станков:  $Q_H$  – производительность насоса;  $F$  – площадь силового цилиндра;  $q_m$  – удельный объем рабочей камеры;  $Q_{max}$  – амплитудное значение расхода;  $\Delta t$  – длительность амплитудного значения расхода;  $T$  – период подачи расхода  $Q_{max}$

На рисунке 2 показан переход от непрерывного регулирования к импульсному способу регулирования скоростей гидродвигателя.

Предположим, что необходимо переместить поршень силового цилиндра на расстояние  $L$  (рисунок 3), для чего необходимо заполнить его объем

$$V = FL,$$

где  $F$  – площадь поршня.

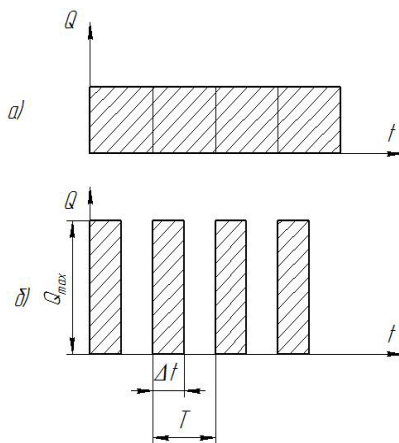


Рисунок 2 – Графики непрерывного и дискретного способов регулирования

С другой стороны,  $V = Qt$ , где  $Q$  – расход жидкости, поступающий в силовой цилиндр;  $t$  – время, необходимое для его заполнения, чтобы поршень сместился на расстояние  $L$ .

Площадь, ограниченная графиком (рисунок 2, а) во времени, показывает необходимый объем жидкости для заданного перемещения.

Если этот объем жидкости разделить на порции (рисунок 2, б), поступающие в двигатель равномерно за период  $T$ , и подавать эти порции за время  $\Delta t$ , меньше периода, то заданное перемещение будет также отработано, и средняя скорость движения будет соответствовать заданной.

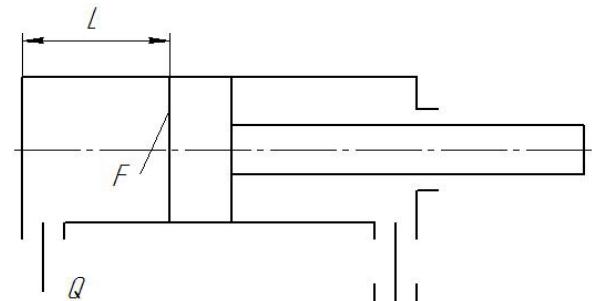


Рисунок 3 – Схема силового цилиндра

Порции жидкости, поступающие в гидродвигатель, будут импульсами расхода рабочей жидкости, а способ регулирования скорости двигателя заключается либо в изменении величины порции –  $Q_{max}$ , либо в изменении частоты их следования –  $T$  или квантования во времени –  $\Delta t$ .

Следовательно, для изменения средней скорости исполнительного гидродвигателя при дискретном регулировании необходимо менять один из трех параметров импульсов расхода: амплитуду, ширину или частоту, что соответствует следующим способам модуляции: амплитудно-импульсному, широтно-импульсному и частотно-импульсному.

Рассмотрим достоинства, недостатки и области применения способов регулирования скоростей движения гидравлических исполнительных органов буровых станков, представленных в классификации на рисунке 1.

*Объемное регулирование* может быть реализовано в следующих вариантах:

1) при применении в качестве гидродвигателя силового цилиндра, поскольку  $F = const$ , его скорость можно изменять за счет производительности насоса  $Q_H = var$ , следовательно, скорость  $V = \frac{Q_H}{F}$ ;

2) в качестве гидродвигателя применен гидромотор, его скорость вращения можно регулировать как за счет производительности насоса  $Q_H = var$  и  $q_M = const$ , так и за счет изменения объема рабочей камеры гидромотора  $q_M = var$  при  $Q_H = const$ , при этом скорость вращения выходного вала будет:

$$\omega = \frac{Q_H}{q_M};$$

3) способ одновременного регулирования скорости вращения гидромотора путем изменения производительности насоса  $Q_H = var$  и объема рабочей камеры

$$q_M = var.$$

Достоинства объемного регулирования:

1) КПД значительно выше по сравнению с дроссельным регулированием, поскольку на вращение вала гидромотора используется тот расход, который необходим;

2) широкий диапазон регулирования скоростей движения, большие усилия и момент.

Недостатки:

1) инерционность механизма регулирования, т. е. более длительный процесс перехода с одного режима на другой, так как в этом случае необходимо перемещать значительные массы;

2) сложность системы автоматического управления относительно по сравнению с дроссельным регулированием.

Поэтому объемное регулирование скоростей движения гидропривода следует применять в тяжелых буровых станках, мощность которых  $N > 50 \text{ кВт}$ .

*Дроссельное регулирование* рекомендуется использовать в буровых станках, мощность которых  $N < 50 \text{ кВт}$ .

Достоинства:

1) малая инерционность, высокое быстродействие, т.е. небольшое время срабатывания, из-за массы подвижного элемента;

2) простота автоматизации и легкость управления.

Недостатки:

1) низкий КПД – порядка 0,7, при низких скоростях его значение падает еще больше;

2) трудность перемещения исполнительных органов с малыми скоростями из-за облитерации – заращивания малых пропускных щелей дросселей.

Для буровых станков, предназначенных для полустойковой и черновой видов обработок забоя, следует использовать дроссельное регулирование “на входе”, т. к. его КПД выше по сравнению со способом “на выходе”.

Параллельное дроссельное регулирование из-за низкого КПД применяется в приспособлениях, транспортных и других устройствах буровых станков в случае, когда регулятор подключается к гидросистеме параллельно.

*Дискретное регулирование* скорости силовых гидравлических исполнительных двигателей имеет два благоприятных момента: сравнительную простоту, два рабочих состояния регулятора – “включено-выключено” и более гибкое импульсное регулирование по сравнению с непрерывными способами, допускающего иметь три разновидности в зависимости от способа модуляции.

Еще одним достоинством этого способа регулирования является отсутствие явления зарастивания щелей – облитерации в регуляторах расхода из-за постоянного возвратно-поступательно движения золотника. Это позволяет применять его для точных малых перемещений в буровых станках.

Таким образом, предложенная классификация способов регулирования скоростей движения гидравлических исполнительных двигателей позволяет инженерно-техническим и научным работникам выбрать правильный способ регулирования для решения конкретной технологической задачи при проведении буровых работ.

#### Литература

1. Пушнев А.В. Бурение структурно-поисковых скважин / А.В. Пушнев. М.: Недра, 1971.
2. Сосонкин В.Л. Дискретная гидроавтоматика / В.Л. Сосонкин. М.: Машиностроение, 2001.