

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.

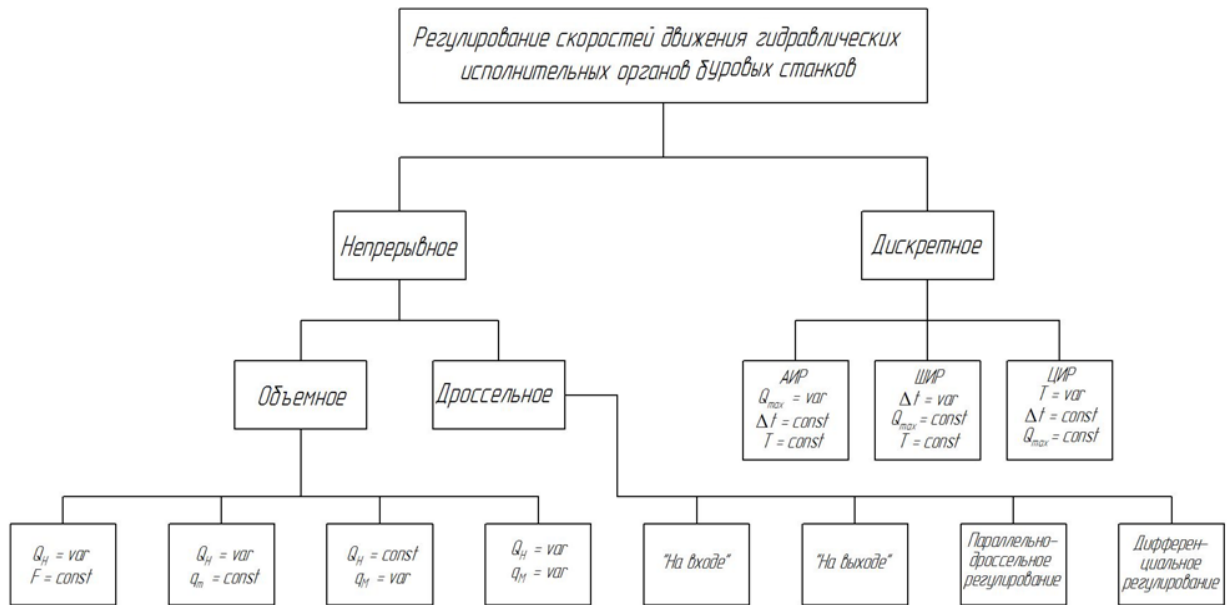


Рисунок 1 – Классификация способов регулирования скоростей движения гидравлических исполнительных органов буровых станков: Q_H – производительность насоса; F – площадь силового цилиндра; q_m – удельный объем рабочей камеры; Q_{max} – амплитудное значение расхода; Δt – длительность амплитудного значения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

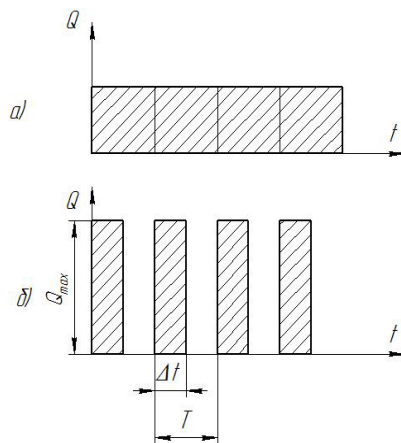


Рисунок 2 – Графики непрерывного и дискретного способов регулирования

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 Δt , меньше периода, то заданное перемещение будет также отработано, и средняя скорость движения будет соответствовать заданной.

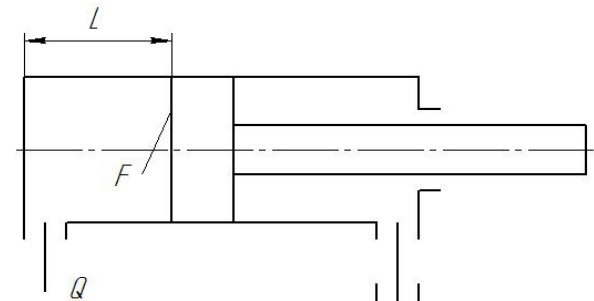


Рисунок 3 – Схема силового цилиндра

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 – Δt .

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.