

## К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ ОСНОВ СОЗДАНИЯ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ И САМООБУЧАЮЩИХСЯ БУРОВЫХ МАШИН-ИНФОРМАТОРОВ

*М.М. Шамсутдинов, А.Я. Пономарев*

Разработана самоорганизующаяся (с переменной структурой) и самообучающаяся информационно-поисковая вращательно-подающая система (ВПС) с ассоциативно идентифицируемой первой базой данных. Проведен анализ основных конструкций известных буровых автоматов вращательного действия.

*Ключевые слова:* самоорганизующиеся системы; переменные структуры; информационно-поисковые системы; адаптивное управление; буровые автоматы.

Создание буровых машин, способных решать не только технологические (бурение скважины, отбор керна, образование выработки и др.), но и исследовательские задачи, связанные с определением физико-механических свойств пород и грунтов при бурении (перемежаемости и стратификации), изучением режимов работы буровых автоматов и их основных узлов в процессе эксплуатации, изучением износа бурового инструмента, приобретает большое значение для изучения строения и вещественного состава поверхностных слоев дна морей и океанов, кратеров вулканов и даже поверхности различных планет солнечной системы.

В этой связи весьма актуально создание самоорганизующихся (с переменной структурой) и самообучающихся информационно-поисковых вращательно-подающих систем (ВПС) со своей первой ассоциативно идентифицируемой базой данных, которая определяет начало объемного разрушения ( $P_0$ ) с определенными физико-механическими свойствами буримых пород ( $V_0$ ) и второй базой данных оптимизированных режимных параметров рабочего цикла разрушения пород и грунтов, согласно задан-

ных критериев качества. Начальные условия в виде начала объемного разрушения для данного типа породы для второй базы данных извлекаются из первой базы данных для поиска оптимальных режимных параметров бурового автомата.

Проведен анализ основных конструкций отечественных буровых автоматов вращательного действия. В результате определены основные направления развития адаптивных вращательных бурильных машин, которые систематизированы в классификационной таблице (рисунок 1). Выявлены три варианта автоматизации забойных процессов. Определены технические требования и тенденции развития буровых автоматов [1].

Применение буровых машин, обеспечивающих автоматическое регулирование режима работы, соответствующее физико-механическим свойствам буримой породы и условиям бурения, позволит повысить производительность бурения, резко сократить расход режущего инструмента, увеличить долговечность буровых машин, освободить рабочего от постоянного контроля за работой машины, что дает возможность перехода на

### КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИВОДОВ ВПМ

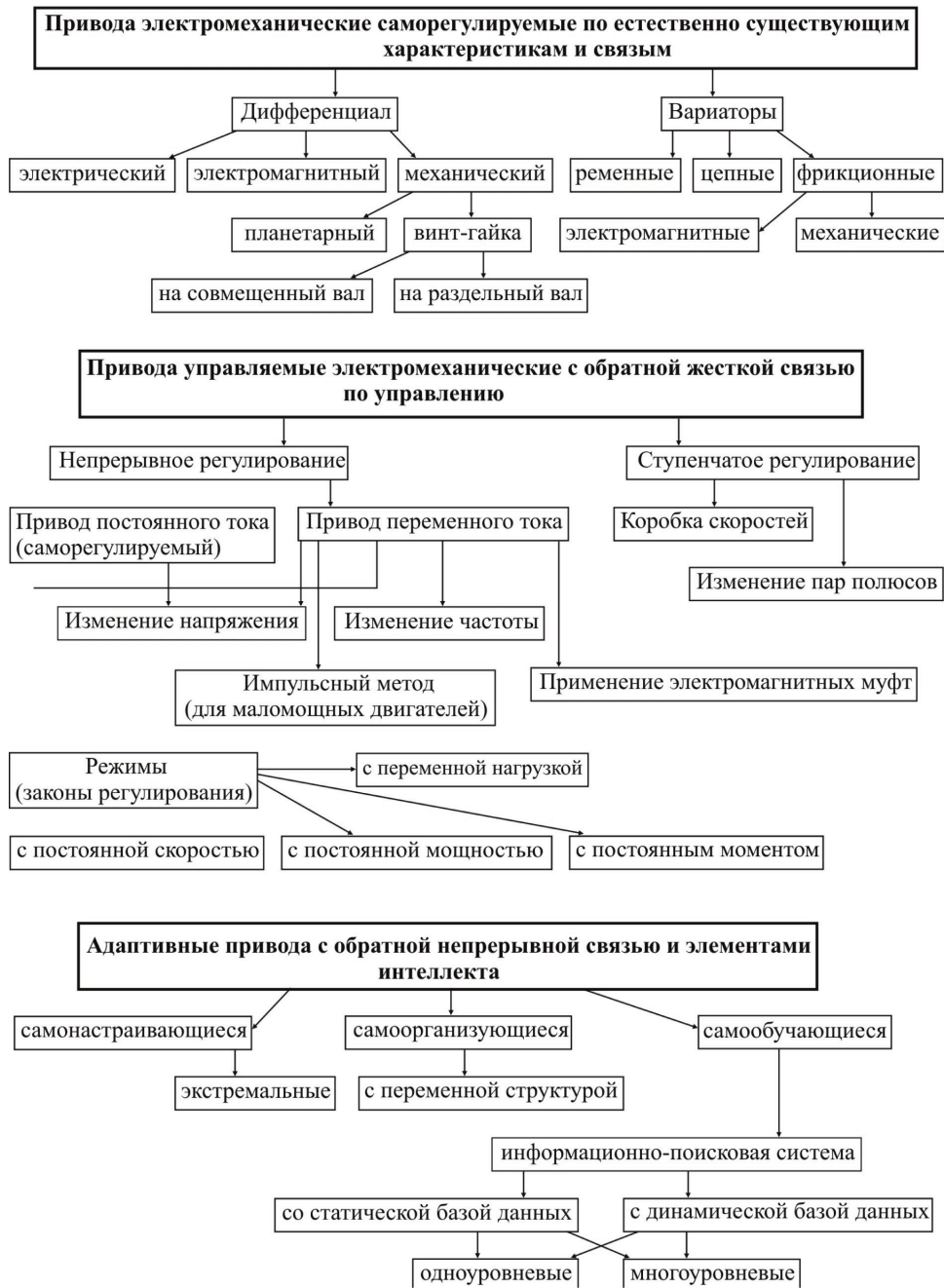


Рисунок 1– Основные направления развития буровых автоматов: а – саморегулируемые приводы (механические регуляторы, предусматривающие силовую и кинематическую связь привода вращения и подачи и работающие на естественной характеристике двигателей); б – управляемые электромеханические приводы – специальные следящие и управляющие системы (буровые машины с автономным приводом подачи и вращения); в – адаптивные электромеханические приводы (оптимально самонастраивающиеся по заданным критериям качества управления)

многомашинное обслуживание. В настоящее время рост производительности труда при бурении

в условиях перемежающихся горных пород чрезвычайно затруднен из-за отсутствия адаптивных

вращательных бурильных машин, которые могли бы автоматически изменять режим работы в широких пределах в зависимости от условий бурения, состояния инструмента, физико-механических свойств буримых грунтов и горных пород, а также удаления продуктов разрушения. Принципиальные и технические возможности существующих отечественных буровых машин вращательного действия показывают, что ни одна из них не обладает в полной мере такими свойствами.

Анализ известных конструкций существующих буровых машин вращательного действия позволил выделить три направления развития буровых автоматов (рисунок 1).

Первое предусматривает силовую и кинематическую связь исполнительных механизмов машины, в которой изменение параметров одного из механизмов непосредственно, без дополнительного вмешательства регулирующей аппаратуры, вызывает целесообразное изменение параметров других механизмов.

В разработку таких машин большой вклад внесли О.Д. Алимов, Л.Т. Дворников, А.А. Мифтахутдинов, И.М. Алабужев, Т.К. Белобородов, Б.И. Воздвиженский, Г.М. Маслюк, А.Н. Дровников, Э.В. Рылев, Г.М. Водяник, В.С. Крутиков, Н.В. Демченко, Ю.Н. Сташинов, Н.Н. Самодуров и др.

Второе направление основано на применении специальных следящих и управляющих систем (Н.И. Глушков, И.М. Кузнецов, Р.Д. Гафиятулин, В.Т. Загороднюк, В.А. Яцкевич, А.Н. Волков, А.Р. Зарипов и др.).

Первое направление имеет немало преимуществ, обусловленных простотой, экономичностью и высокой надежностью работы этих машин, особенно в тяжелых условиях их эксплуатации: перегрузок, вибрации, запыленности, отсутствия квалифицированного обслуживания и т.д.

Саморегулирующая способность буровых машин подобного типа ограничена регулировочным диапазоном приводов и кинематической схемой машин. Подобные буровые машины, выполненные по принципу группового привода, с совершенной кинематической схемой связи привода подачи и вращения, а также с применением двигателей с механическими характеристиками, обладающими свойствами саморегулирования, могут работать только по критерию постоянства мощности или крутящего момента (Г.М. Водяник, А.Н. Дровников, Э.В. Рылев). Усовершенствование буровых машин при использовании одного двигателя для вращения и подачи инструмента путем введения в конструкцию дополнительных элементов неизбежно вело к усложнению их механической кон-

струкции, к увеличению габаритных форм и массы [2].

Третье направление – это самоорганизующиеся с переменной структурой комбинированные буровые машины, предусматривающие наличие дифференциальных механизмов с силовой и кинематической связью привода вращения и подачи, а также автономный привод подачи, включая информационно-поисковые самообучающиеся буровые машины-информаторы.

Для совершенствования рабочих процессов и конструкций узлов горных машин была проведена ретроспективная оценка и выполнен анализ основных конструкций известных буровых автоматов вращательного действия.

При наличии самостоятельных приводов вращения и подачи элементы конструкции более точно рассчитываются на нагрузки, определяемые двигателем данного привода, что является несомненным достоинством оптимального управления режимными параметрами.

Бурильные машины с приводом от одного двигателя без специальных дополнительных устройств при изменении физико-механических свойств буримых пород, условий бурения не могут работать в оптимальном режиме [3].

В этом случае более оправданным является не принцип совершенствования кинематических схем, связывающих приводы подачи и вращения, обладающих свойством саморегулирования (по существу, стабилизаторов нагрузки или распределителей момента), а принцип создания универсальных мобильных адаптивных буровых автоматов с автономными приводами подачи и вращения, с возможностью поисковой оптимизации режимов бурения, с использованием микропроцессорной техники в реальном масштабе времени в условиях неполной информации об обрабатываемой внешней среде и условиях бурения.

Принципиальным отличием создаваемых буровых автоматов является наличие информационно-поисковых систем. Буровая машина-информатор – это машина, обеспечивающая, наряду с выполнением технологической задачи, получение данных о физико-механических свойствах горных пород, характеризующих их сопротивляемость разрушению бурением. Принципиальная особенность таких машин заключается в наличии информационных комплексов, позволяющих не только контролировать работу отдельных узлов и систем, но и определять физико-механические и абразивные свойства буримых пород, т.е. производить механический каротаж скважины, что обуславливает новые требования к конструкции основных узлов машины, средствам измерения и управления. Та-

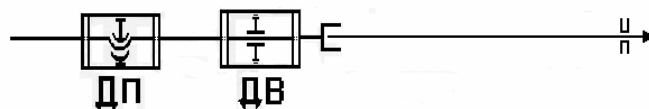
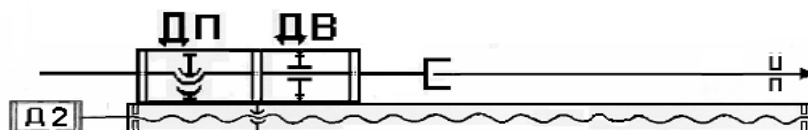


Рисунок 2 – Схема привода ВПМ, работающего на общий суммирующий вал: ДВ – двигатель вращения со встроенной в вал ротора шлицевой втулкой; ДП – привод подачи со встроенной в вал ротора гайкой



Рисунок 3 – Схема привода ВПМ с автономными приводами вращения и подачи: ДВ – двигатель вращения; ДП – привод подачи

**дп - двигатель идентификационной подачи.**  
**дв - двигатель вращателя.**



**д2 - двигатель рабочей подачи.**

Рисунок 4 – Схема привода ВПМ при циклической, дискретной технологии образования скважин: ДВ – двигатель вращения со встроенной в вал ротора шлицевой втулкой; ДП – привод подачи со встроенной в вал ротора гайкой; Д2 – привод рабочей подачи

ким образом, в области механики горного машиностроения возникает новая проблема – разработка буровых машин-информаторов, способных выполнять заданные геологические и исследовательские задачи в различных условиях эксплуатации [4].

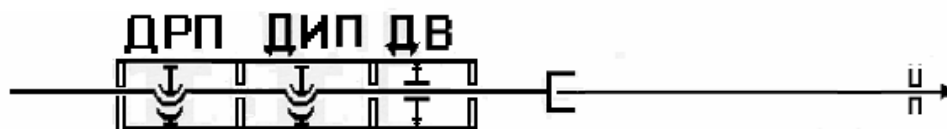
Для точности идентификации различных по физико-механическим свойствам буримых перемежающихся пород и грунтов и оптимизации режимных параметров, согласно выявленной структуре существующих конструкций автоматических бурильных машин вращательного действия (рисунок 1), работающих в условиях неполной информации об обрабатываемой среде, наиболее подходящим является длинноходовое сверло с переменной структурой, которое способно работать в самонастраивающемся адаптивно-обучающемся режиме с двумя локальными базами данных.

Первая локальная база данных работает в идентификационном щадящем режиме распознавания физико-механических свойств буримых пород в структуре приводов вращения и подачи, работающих на общий вал (рисунок 2).

В комбинированной схеме, представленной на рисунке 3, первая локальная база данных работает в идентификационном режиме распознавания физико-механических свойств буримых пород в структуре приводов вращения и подачи, работающих на общий вал, а вторая локальная база данных работает в рабочем – оптимально-поисковом режиме в структуре на отдельный вал с автономными приводами вращения и подачи.

Схема привода с переменной структурой (рисунки 4, 5) содержит дифференциальный идентификационный привод вращения и подачи, работающий в щадящем режиме на общий суммирующий вал и автономный привод подачи и вращения, работающий в оптимальном самонастраивающемся режиме согласно заложенным критериям качества [5].

Создание буровых автоматов-роботов требует разработки научно-методических основ и практических методов синтеза параметров приводов буровых машин, принципов рационального их согласования с условиями бурения и управления, обеспечивающих оптимизацию режима функционирования.



- ДРП - двигатель рабочей подачи  
со встроенной в ротор гайкой.**
- ДИП - двигатель идентификационной подачи  
со встроенной в ротор гайкой.**
- ДВ - двигатель вращателя  
со встроенной в ротор шлицевой втулкой.**

Рисунок 5 – Схема привода ВПМ при непрерывной технологии образования скважин

В настоящее время наиболее перспективным следует считать регулируемый тиристорный электропривод переменного тока [6]. Использование асинхронных двигателей является одним из наиболее простых, но эффективных способов для данных схем привода.

На основании анализа работ, посвященных вращательному бурению шпуров, была разработана самоорганизующаяся и самообучающаяся информационно-поисковая система с ассоциативно идентифицируемой первой базой данных и щадящими режимными параметрами этапа определения начала объемного разрушения. Он связан с физико-механическими свойствами буримых пород и второй базой данных режимных параметров рабочего этапа разрушения пород и грунтов, согласно заданным критериям качества.

#### **Литература**

1. *Алимов О.Д., Дворников Л.Т.* Бурение шпуров вращательным способом // Известия ТПИ. 1965. Т. 129.
2. *Алимов О.Д., Фролов А.В., Еникеева Л.Р.* Научно-методические основы создания буровых машин-информаторов. Фрунзе: Илим, 1978.
3. *Алимов О.Д., Дворников Л.Т., Мифтахутдинов А.А.* Обоснование технических требований к самонастраивающимся бурильным машинам: Матер. Всесоюзн. научн.-теоретич. конф. по самоходным бурильным установкам. Фрунзе, 1976.
4. *Яцкевич В.А., Загороднюк В.Т.* Автоматическая настройка параметров вращательного бурения на оптимальный режим // Горная электромеханика и автоматика. Изв. ХГУ. 1966. № 5.
5. *Пономарев А.Я.* К вопросу идентификации и адаптивного управления режимными параметрами одного класса вращательно-подающих систем в условиях неполной информации: Матер. межд. конф. по проблемам управления и информатики / КРСУ, Ин-т информатики НАН КР. Бишкек, 2007.
6. *Десятков Г.А., Пономарев А.Я.* К вопросу алгоритмического обеспечения автоматизированного привода вращательно-подающих машин: Матер. межд. конф. по электронике и компьютерам в Кыргызстане ИКЕССО – 2005 / Межд. ун-т “Ataturk Alatau”. Бишкек, 2005.