

УДК 622.233.6.004.13.001.5

АДАПТИВНЫЕ БУРОВЫЕ АГРЕГАТЫ С ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ.

Часть 1. КЛАССИФИКАЦИЯ

А.Я. Пономарев, А.А. Мясников

Разработана модель адаптивной электромеханической системы с переменной структурой привода, включающая самообучающуюся информационно-поисковую систему (ИПС).

Ключевые слова: адаптивный электромеханический привод; система приводов переменной структуры; привод с обратной информационной связью.

Создание буровых машин, способных решать не только технологические, но и исследовательские задачи, связанные с определением свойств пород и грунтов при вращательном режиме бурения, имеет важное значение для изучения строения и состава поверхностных слоев дна морей и океанов, кратеров вулканов в труднодоступных районах Земли и, в перспективе, различных планет Солнечной системы. К технологическим задачам относятся: бурение скважины, отбор керна, образование выработки и т. д. К исследовательским задачам – определение макро- и микроструктур массива (переменяемости и стратификации и т. д.), сбор оперативной информации о физико-механических свойствах буримого массива и режимах работы буровых агрегатов с целью уточнения режимов управления и уменьшения стоимости, уточнение нагрузок на детали и рабочий инструмент с целью оптимизации конструкции и повышения других технических и экономических характеристик.

Перспективно решать эти задачи путем создания адаптивных электромеханических приводов буровых агрегатов с самообучающимися информационно-поисковыми системами управления (БАСИПС) на базе ассоциативно идентифицируемых баз данных, способными определять начало процесса бурения, обеспечивать оптимальные и безаварийные режимы работы. Рационально – создать две базы данных. В *первой базе данных* хранятся и оперативно корректируются данные о физико-механических свойствах буримого массива. В *вторую базу данных* заложены: алгоритм оптимального управления процессом бурения с фиксированными критериями качества, признаки начала собственно процесса бурения.

В настоящее время рост производительности труда при бурении в условиях перемежающихся горных пород чрезвычайно затруднен из-за отсутствия возможности оперативного управления режимами бурения, что затруднено как свойствами самих буровых агрегатов, так и требованием высокой квалификации персонала.

Буровые агрегаты с адаптивным приводом способны исключить перечисленные проблемы.

Применение адаптивных приводов буровых машин:

- обеспечивает автоматическое оперативное управление режимами работы, соответствующими физико-механическим свойствам буримой породы и условиям бурения;
- позволит повысить производительность бурения при значительном уменьшении износа режущего инструмента;
- увеличивает долговечность, надежность при обеспечении безаварийности буровых агрегатов;
- освобождает персонал от постоянного контроля за работой агрегатов, что предопределяет возможность перехода на многомашинное обслуживание.

Анализ показывает перспективность трех направлений развития адаптивных буровых агрегатов вращательного действия (классификация показана на рисунке 1). Основой для классификации послужили работы О.Д. Алимова, Л.Т. Дворникова, А.А. Мифтахутдинова [1, 2].

Первый класс – приводы электромеханические, саморегулируемые по естественно существующим характеристикам и связям.

Данные приводы предусматривают силовую и/или кинематическую связь исполнительных приводов бурового агрегата, в которой изменение па-

раметров работы одного из приводов вызывает изменение параметров работы других приводов без возможности гибкого изменения связей, близкое к целесообразному. Саморегулирование привода основано на механических регуляторах, предусматривающих силовую и кинематическую связь привода вращения и подачи, и естественных характеристиках двигателей, рационально подобранных по заданным критериям.

В разработку таких машин большой вклад внесли О.Д. Алимов, Л.Т. Дворников, А.А. Мифтахутдинов, И.М. Алабужев, Т.К. Белобородов, И.М. 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.

Второй класс – приводы управляемые электромеханические с обратной жесткой связью по управлению. Как правило, имеют отдельные приводы и системы управления вращением и подачей. Управление основано на применении специальных следящих и управляющих систем с жестким дискретным алгоритмом. Такие схемы буровых агрегатов исследовали Н.И. Глушков, И.М. Кузнецов, Р.Д. Гафиятулин, В.Т. Загороднюк, В.А. Яцкевич, А.А. Волков, А.Р. Зарипов и др.

Третий класс – адаптивные приводы с обратной непрерывной связью и элементами интеллекта. Приводы включают несколько двигателей с варьируемыми в широком диапазоне характеристиками, элементы интеллекта на базе микроцифровых вычислительных комплексов с обязательными, динамически изменяемыми базами данных (рисунок 1).

Основы теории данного класса приводов были заложены А.В. Фроловым, Л.Р. Еникеевой и др.

Приводы данного класса подразделяются на три группы:

- непрерывно адаптируемые на оптимальный режим по жестко заданным критериям качества без возможности оперативного изменения последних;
- дискретно адаптивные на оптимальный режим по обратной связи по жестко заданному алгоритму за счет наличия нескольких приводов;
- непрерывно адаптивные системы с элементами интеллекта, наличия информационно-поисковых систем с ассоциативно-идентификационными оперативно корректируемыми базами данных, с использованием приводов с управляемыми характеристиками.

Приводы, относящиеся к *первому классу* имеют немало преимуществ, обусловленных простотой, экономичностью и высокой надежностью работы этих буровых агрегатов, особенно в тяжелых условиях их эксплуатации: перегрузок, вибрации,

запыленности, отсутствия квалифицированного обслуживания и т. д. Саморегулирующая способность буровых агрегатов данного класса ограничена регулировочным диапазоном приводов и кинематической схемой машин. Подобные буровые машины, выполненные по принципу группового привода, с кинематическими связями привода подачи и вращения, а также с применением двигателей с механическими характеристиками саморегулирования близкими к рациональным по заданным критериям качества. В настоящее время технически реализуются критерии постоянства: мощности, оборотов, крутящего момента (Г.М. Водяник, А.Н. Дровников, Э.В. Рылев – Новочеркасский политехн. ин-т). Усовершенствование буровых машин при использовании одного двигателя для вращения и подачи инструмента путем введения в конструкцию дополнительных элементов трансмиссии неизбежно приводит к усложнению их механической конструкции, увеличению габаритных форм и массы [2].

При наличии нескольких двигателей для вращения и подачи привода бурового агрегата обеспечивается регулирование в широком диапазоне, недоступном для приводов других классов, для адаптации как по режимам бурения, так и прочностным и экономическим характеристикам, включая минимальное использование энергии, обеспечение безаварийности и долговечности элементов привода. Появляется возможность получения новых знаний об оптимальных режимах работы и свойствах буримой породы.

При таком подходе отпадает необходимость создания большого класса буровых агрегатов для каждого типа породы, свойства которых изменяются в весьма широких пределах, что связано с необходимостью использования большого ассортимента двигателей и деталей буровых агрегатов. Исключается в большинстве случаев использование буровых агрегатов в других горно-геологических условиях.

Адаптивные буровые агрегаты третьего класса с элементами интеллекта лишены этих недостатков и являются универсальными в самом широком смысле.

Как правило, за счет гибких характеристик используемых двигателей достигается значительное снижение массы агрегата и снижение стоимости за счет сокращения количества деталей, требующих высокоточной механической обработки.

Принципиальным отличием вновь создаваемых буровых автоматов является наличие интеллектуальных качеств. Появляется качественно новый тип буровых агрегатов – *буровой агрегат*

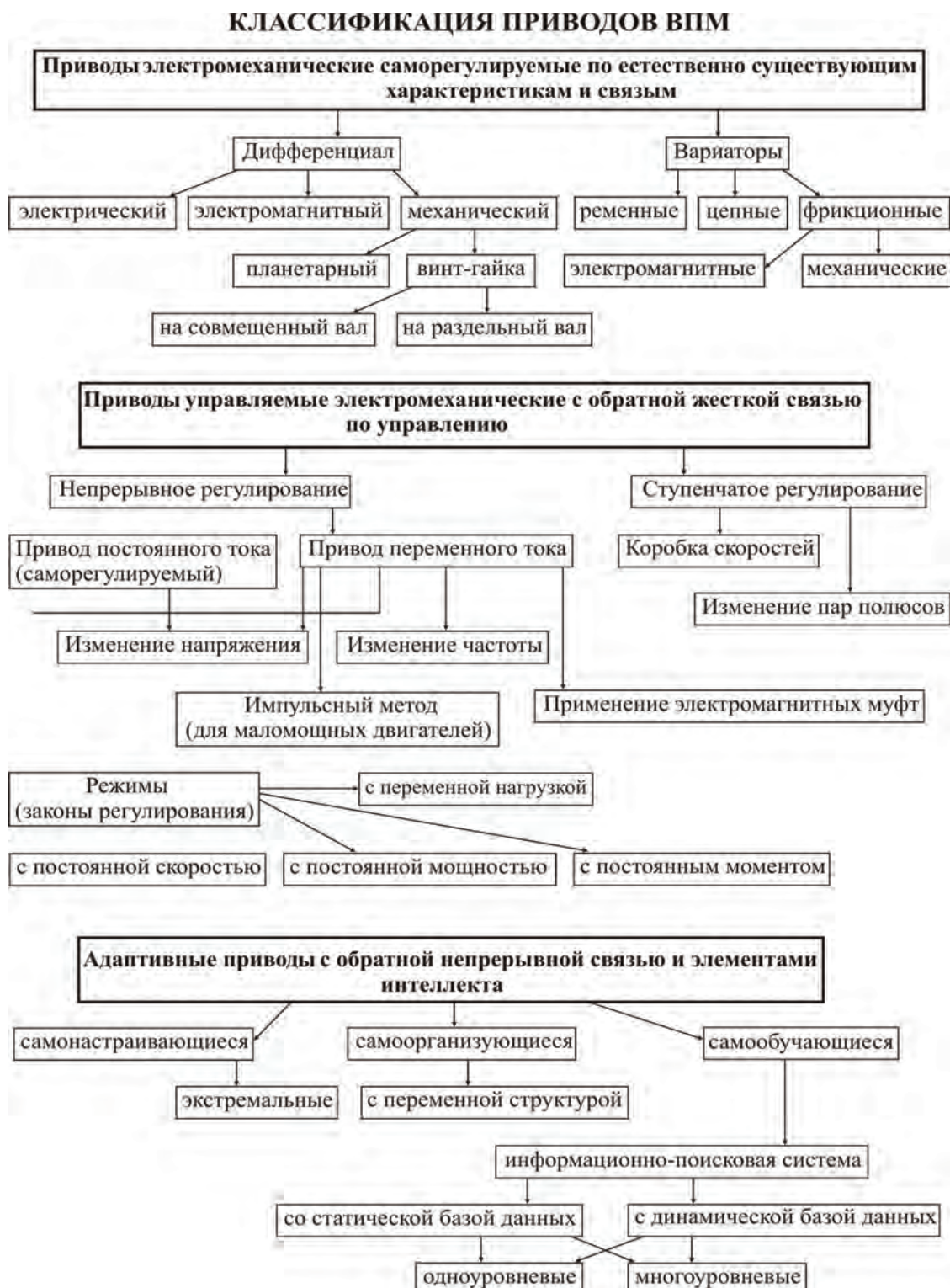


Рисунок 1 – Основные направления развития буровых автоматов

информатор. Агрегаты этого типа, наряду с выполнением технологической задачи, обеспечивают оперативной информацией о локальных физико-механических свойствах горных пород определяющих оптимальные режимы бурения [3].

Исходя из особенностей технологии вращательного бурения и управления приводом с элементами интеллекта рационально иметь в системе две базы данных.

Конструктивно механизм идентификации физико-механических свойств буримой породы с учетом особенности конструкции и износа инструмента, удержания параметров режима в оптимальной области внешне заданным алгоритмом управления, достигается параллельной работой двух двигателей со жестко связанных статорами на общий вал (рисунок 2).

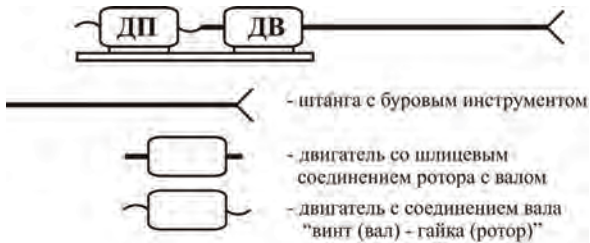


Рисунок 2 – Схема привода ВПМ, работающего на общий вал



Рисунок 3 – Схема привода ВПМ с отдельным приводом вращения и подачи инструмента

Первый двигатель ДВ обеспечивает вращение рабочего инструмента. Второй двигатель ДП обеспечивает как вращение, так и подачу за счет связи двигателя с валом передачей типа "винт – гайка". За счет одновременного управления двигателем обеспечиваются как рабочие, в широком диапазоне, так и аварийные режимы работы инструмента за счет создания такой системой "электромеханического дифференциала".

Для обеспечения оптимального режима собственно вращательного бурения может быть использована схема с двумя двигателями, работающими на

раздельные валы, один из которых – ДПР – двигатель подачи рабочий, имеет винтовую часть и обеспечивает через передачу "винт – гайка" поступательное перемещение статора второго двигателя ДИП – двигателя идентификационной подачи (рисунок 3). Такая схема позволяет варьировать величину удельного перемещения и частоту вращения инструмента с определением осевого усилия и момента сопротивления буримой породы на инструменте.

Минимальная конфигурация бурового агрегата вращательного бурения с элементами интеллекта достигается жесткой механической связью выходных валов обеих схем приводов – идентификационного и рабочего (рисунок 4).



Рисунок 4 – Схема привода ВПМ, позволяющего применять элементы интеллекта в управлении

Данная схема электромеханического привода бурильного агрегата защищена Авторским свидетельством на изобретение СССР, № 1357563, кл. E21 C1/10, 1985 г. (Л.Т. Дворников, А.Я. Пономарев).

Предложенная схема может быть эффективно реализована на асинхронных электродвигателях с электронным управлением по частоте питания и напряжения, микроцифровых электронных элементах последних поколений.

Литература

1. Алимов О.Д. Бурение шпуров вращательным способом / О.Д. Алимов, Л.Т. Дворников // Известия Томского политехн. ин-та. 1965. Т. 129.
2. Алимов О.Д. Обоснование технических требований к самонастраивающимся бурильным машинам / О.Д. Алимов, Л.Т. Дворников, А.А. Мифтахутдинов // Всесоюз. науч.-теорет. конф. по самоходным бурильным установкам. Фрунзе, 1976.
3. Яцкевич В.А. Автоматическая настройка параметров вращательного бурения на оптимальный режим / В.А. Яцкевич, В.Т. Загороднюк // Известия Харьковского горного ун-та. 1966. № 5.