Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
т. LXXXVI, 1981 г.

УДК 622.24.053 (088.8)

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОДВОДНОГО КОЛОНКОВОГО ВРАЩАТЕЛЬНОГО ПРОБООТБОРНИКА

А.В.ЛУКОШКОВ, И.Г.ШЕЛКОВНИКОВ

Изучение опыта, накопленного специалистами морского бурения зарубежных стран, показало высокую эффективность подводных пробоотборников вращательного действия. Между тем в СССР подобных конструкций нет, что значительно тормозит прогресс отечественных исследований дна океана. Разработка подводных колонковых вращательных пробоотборников (ПКВП) является насущной необходимостью, причем с учетом неконцентрированного характера работ в этой области, длительных сроков создания, доводки и внедрения опытных образцов чрезвычайно важно определить перспективные типы ПКВП.

Одним из основных факторов, определяющих технологию работы ПКВП, уровень эксплуатационных расходов и качество отбираемых проб донных грунтов, является способ управления операциями процесса пробоотбора, выбор которого в свою очередь зависит от принятого технологического цикла бурения и конструктивной схемы пробоотборника.

Сравнительный анализ известных конструктивных схем буровых станков указывает на перспективность использования подвижных вращателей, причем, исходя из однорейсового цикла работы ПКВП, целесообразно применение непроходных вращателей. Подобная конструктивная схема наиболее отвечает требованиям повышения автономности работы подводной буровой техники, так как благодаря малому числу операций технологического цикла она открывает широкие возможности для разработки простой и надежной системы автоматического управления.

Пример возможной последовательности операций технологического цикла работы ПКВП с подвижным вращателем показан на блок-схеме (рис.I).

Конкретные вопросы разработки системы управления связаны с выбором типа привода механизмов ПКВП. Анализ многочисленных материалов показывает, что широко применяемый в отечественном сухопутном бурении ступенчатый способ регулирования, основанный на переключении скоростей с помощью коробки передач, не позволяет координировать частоту вращения снаряда с передаваемой на забой нагрузкой и полностью использовать установленную

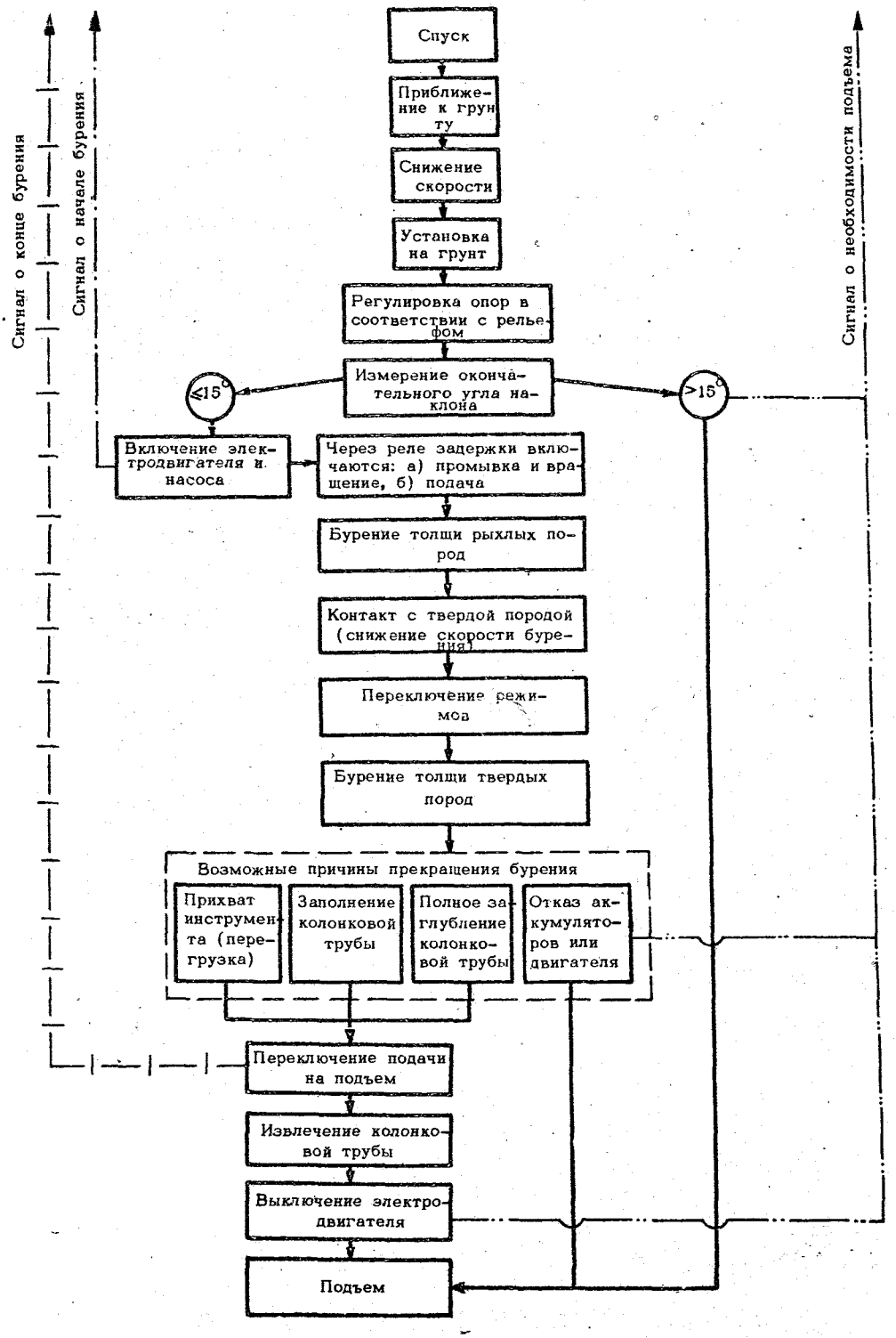


Рис. 1. Блок-схема операций технологического цикла работы ПКВП на дне

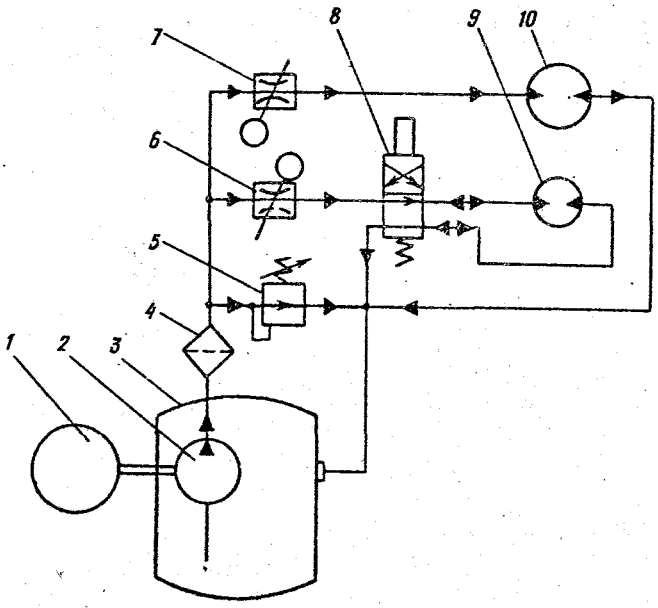


Рис.2. Принципиальная гидравлическая схема привода ПКВП

мощность бурового станка на всем протяжении процесса бурения. Между тем эти критерии являются наиболее важными при оценке пригодности привода для использования его в подводной технике и особенно в автономных пробоотборниках. Поэтому в большинстве зарубежных моделей ПКВП применен регулируемый гидропривод.

Обычная схема привода станков с подвижными вращателями предусматривает наличие индивидуальных двигателей для всех основных узлов и систем. При совмещении редуктора, передающего вращение на колонковую трубу, и центробежного промывочного насоса в едином блоке подвижного вращателя можно ограничиться двумя двигателями: на вращателе и на механизме его подачи. Тогда схема взаимодействия элементов регулируемого гидропривода (рис.2) включает основной приводной электродвигатель I, механически связанный с валом гидронасоса 2, помещенного в герметичный маслобак 3, снабженный системой компенсации изменения давления окружающей среды. От насоса рабочая жидкость через фильтр 4 по гибкому трубопроводу, имеющему отвод с предохранительным клапаном 5, поступает к блоку регулирующей аппаратуры, включающему дроссели 6, 7 и гидрораспределитель с электромагнитным управлением 8. Дроссель 7 и гидрораспределитель 8 входят в цепь реверсивного гидромотора 9 цепного механизма подачи вращателя, а дроссель 6 - в цепь приводного гидромотора I0 колонковой трубы и промывочного насоса.

В соответствии с приведенной блок-схемой процесса работы пробоотборника на дне указанные механизмы включаются в действие по сигналу датчика угла наклона рамы, связанного с пуском электродвигателя I. Гидронасос 2 при этом будет нагнетать из бака 3 масло под давлением к гидромоторам 9 и I0, причем подача масла в гидромотор 9 начнется после того, как гидромотор I0 обеспечит вращение колонковой трубы и подачу промывочной жидкости в коронке. Это может быть достигнуто включением электромагнита гидрораспределителя 8 лишь после некоторой задержки, определяемой настройкой управляющего реле. После начала подачи вращателя колонковая труба заглубляется в дно, проходя рыхлые осадки с большой скоростью. Резкое снижение скорости при контакте с твердыми породами, отмечаемое специальным датчиком, служит сигналом для перераспределения потоков масла с помощью дросселей 6, 7 и сельсинов для изменения параметров режима бурения.

При полном заглублении колонковой трубы конечный выключатель хода подвижного вращателя даст команду на переключение электромагнита гидрораспределителя 8, в результате чего мотор 9 изменит направление вращения вала и начнет подъем вращателя. При достижении вращателем верхнего положения другой конечный выключатель отключит приводной электродвигатель I от цепи питания.

Таким образом, приведенная гидравлическая схема позволяет обеспечить автоматическое управление работой ПКВП на дне с постоянным регулированием частоты вращения колонковой трубы и усилия ее подачи в зависимости от типа разбуриваемых пород.

Один из возможных вариантов принципиальной электрической схемы управления приведен на рис.3. Питание ее элементов осуществляется от судового источника переменным током напряжением 380 В, частотой 50 гц, преобразуемым в постоянный ток напряжением 110 В и 24 В для питания цепей управления и электромагнитов и в переменный ток напряжением 110 В для питания обмоток возбуждения.

Цикл работы пробоотборника начинается в момент его подхода ко дну при срабатывании бесконтактного переключателя $S1$, который посредством реле Р10 включает катушку контактора К1. Последний включает основной электродвигатель гидронасоса и реле времени РВ1. При этом срабатывает электромагнит 1Э регулятора расхода масла в механизме разведения опор, устанавливаемых в рабочее положение. По окончании выдержки времени реле времени РВ1 включает реле времени РВ2 и реле Р2. В этот момент происходит установка ПКВП на дно и его ориентирование. Если угол наклона рамы превышает допустимый, ртутные прерыватели $S2$, $S3$, $S4$ размыкают цепь катушки реле Р2 и по окончании выдержки времени реле РВ2 включаются реле Р3 и электромагнит 4Э регулятора расхода масла механизма, управляющего сведением опор, а реле времени РВ3 дает команду о возможности подъема ПКВП.

Если же пробоотборник занял вертикальное положение, то реле Р2 размыкает цепь катушки реле Р3 и включает электромагнит 5Э регулятора расхода масла в цепи гидромотора вращателя, а по окончании выдержки времени реле РВ2 включается реле Р4 и электромагнит 2Э регулятора расхода масла в цепи гидромотора механизма подачи. Начинается процесс бурения верхнего слоя пород с относительно небольшой частотой вращения снаряда и высокой скоростью углубки. В цепях обоих гидромоторов установлены расходомеры, связанные с сельсинами, управляющими работой регуляторов расхода масла. Сельсины настроены таким образом, что при снижении скорости углубки, отмечаемой по уменьшению расхода масла в цепи механизма подачи, происходит синхронное закрытие регулятора расхода масла в ней и открытие регулятора расхода масла в цепи вращателя, обеспечивающее увеличение частоты вращения колонковой трубы. При увеличении скорости углубки будет происходить обратное перераспределение потоков масла, что обеспечит постоянное регулирование параметров режима бурения.

Заданная глубина бурения определяется длиной колонковой трубы. При полном внедрении ее в дно срабатывает бесконтактный переключатель $S6$, включающий реле Р12, которое отключает реле Р1 и Р4, подготавливает к

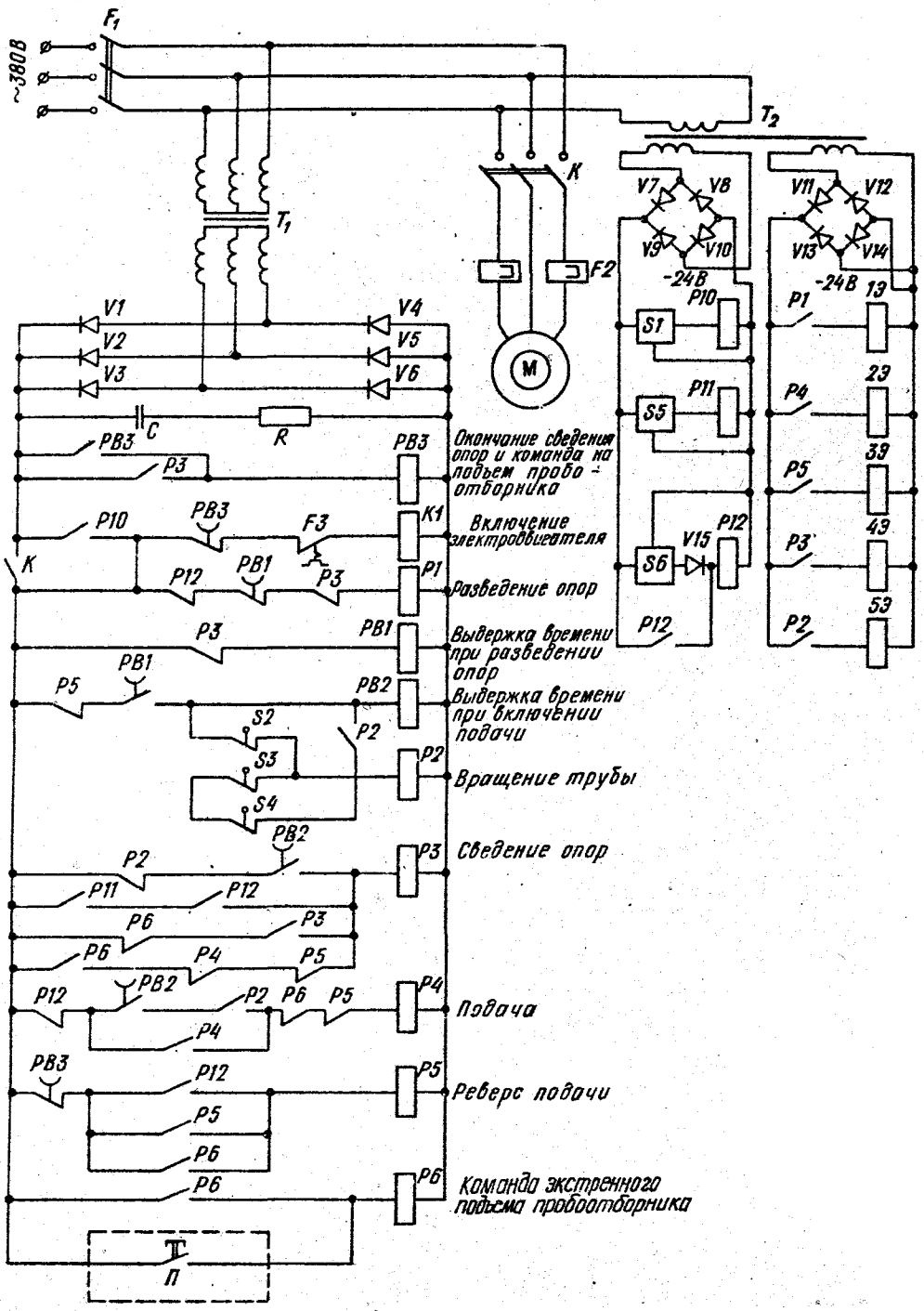


Рис.3. Принципиальная электрическая схема управления автоматической работой ПКВП на дне:

М – электродвигатель; К – контактор; F1 – автоматический выключатель; F2 – тепловое реле; С – конденсатор; Р1-Р12 – реле; РВ1-РВ3 – реле времени; R – резистор; S1, S5, S6 – бесконтактные выключатели; S2, S3, S4 – ртутные прерыватели; Т1, Т2 – понижающие трансформаторы; V1- V15 – диоды; 1Э-5Э – электромагниты; П – кнопка „Подъем"

включению реле Р3 и включает реле Р5. При этом реле РI обесточивает электромагнит IЭ регулятора расхода масла в механизме разведения опор, а реле Р4 – электромагнит 2Э регулятора расхода масла в механизме подачи. Реле Р5, в свою очередь, обесточивает реле времени РВ2 и реле Р2, отключая электромагнит 5Э регулятора расхода масла в цепи гидромотора вращателя. Одновременно реле Р5 включает электромагнит 3Э гидрораспределителя системы подачи. Вращение колонковой трубы прекращается и начинается ее извлечение до того момента, когда вращатель будет поднят в верхнее положение, при котором сработает бесконтактный переключатель $S5$ и связанное с ним реле РII. Последнее отключает реле Р5 и электромагнит 3Э, включает реле Р3, электромагнит 4Э и реле времени РВ3. Опоры начнут сводиться, по окончании выдержки времени реле времени РВ3 обесточивается катушка контактора КI, отключающего основной электродвигатель. Вслед за этим реле времени РВ3 подает на судно сигнал о возможности подъема ПКВП на поверхность.

Автоматический режим работы ПКВП позволит в дальнейшем разработать его автономную модификацию с питанием от погружных источников энергии, что обеспечит возможность проведения буровых работ при глубинах океана порядка нескольких километров.