

К ВОПРОСУ КАЧЕСТВЕННОГО ОПРОБОВАНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН

С. С. СУЛАКШИН, В. Г. ХРАМЕНКОВ

Проблема получения качественных керновых проб при достаточном для исследований количестве, имеющая большое практическое значение, включает два кардинальных вопроса:

- а) определение момента встречи изучаемых пластов или залежей полезных ископаемых;
- б) получение и сохранение качественных образцов в нужном количестве.

Оба эти вопроса до настоящего времени решены далеко не полностью, в особенности определение момента встречи пластов (залежей) полезных ископаемых.

С другой стороны, анализ некоторых вопросов опробования полезных ископаемых показывает возможность их решения при неполном выходе керна. Но необходимое минимальное количество керна может быть определено только для конкретных условий с учетом целого ряда факторов, основными из которых являются физико-механические свойства и характер распределения полезного ископаемого (табл. 1).

Все горные породы и полезные ископаемые по трудности получения керна при вращательном колонковом бурении скважин могут быть разделены на четыре основные группы с учетом характера связи между частями их слагающими и поведения при воздействии различных факторов в процессе бурения скважины и подъема керна (табл. 2).

Для получения образцов пород и проб полезных ископаемых разработано много способов и средств бурения (табл. 3), создано большое количество снарядов (табл. 4), однако далеко не все из них отвечают требованиям с точки зрения получения представительных проб (образцов).

Для определения момента встречи пластов практически отсутствуют надежные средства-сигнализаторы, хотя путей решения этого важного вопроса много (табл. 5). Возможность использования для этой цели созданных приборов-указателей механической скорости бурения не решает проблемы.

СХЕМА КЛАССИФИКАЦИИ

факторов, определяющих формирование, выход и качество керна при колонковом вращательном бурении скважин

(по С. С. Сулакину)

Факторы, определяющие формирование, выход и качество керна		Поведение пород или полезных ископаемых при формировании и извлечении керна
Геологические	Минералогический состав, структура и текстура пород. Наличие прожилков и включений. Физико-механические свойства и анизотропность пород: прочность, твердость, сланцеватость, пористость, кавернозность, влагоемкость, растворимость, теплопроводность, мерзлотность, трещиноватость, перемятость, раздробленность, устойчивость. Угол встречи оси скважины с плоскостью напластования, прожилков, трещин и др.	Потери связи между зернами или отдельными участками керна. Разрушение и истирание мягких прослоек и участков. Разрыхление или уплотнение пород. Растворение или выщелачивание минералов. Растворение мерзлых пород.
	Способ бурения. Тип забойных инструментов, их конструкция и параметры. Величина зазора между снарядом и стенками скважины. Способ удаления продуктов разрушения. Способ заклинки керна. Конструкция бурового снаряда и его качество (эксцентricность, овальность, погнутость и т. д.).	Деформация и механическое разрушение керна: скалывание, дробление, самозаклинка. Истирание по боковой поверхности или по плоскостям напластования, трещин, прожилков и т. д. Размывание керна. Уменьшение диаметра керна и его прочности.
Технические		

	Факторы, определяющие формирование, выход и качество керна	Поведение пород или полезных ископаемых при формировании и извлечении керна
Технологические	Режим бурения скважин: осевое давление, число оборотов, количество промывочной жидкости, способ питания скважины дробью, распахивание снаряда. Качество промывочной жидкости. Продолжительность времени чистого бурения и проходка за рейс. Технология подъема колонкового снаряда из скважины. Зашламование скважины и другие осложнения.	Механическое разрушение керна за счет вибрации, толчков и ударов бурового снаряда, а также за счет действия потока промывочной жидкости. Уменьшение диаметра керна и его прочности. Растворение в промывочной жидкости. Вынос мелких частиц потоком промывочной жидкости или воздуха. Выпадение и разрушение кусочков керна при распахивании снаряда. Оставление керна в скважине при плохой заклинке. Выпадение керна из колонкового снаряда при его подъеме.
Организационные	Наличие проектного разреза и его достоверность. Наличие контрольно-измерительной аппаратуры. Наличие рациональных средств для отбора керна и их техническое состояние. Квалификация бурового персонала. Контроль за выполнением основных требований и рекомендаций по отбору керна.	Уменьшение степени действия факторов, ухудшающих условия формирования керна.

СХЕМА КЛАССИФИКАЦИИ
пород и полезных ископаемых по трудности получения образцов
 (по С. С. Сулакшину)

Группа пород по трудности получения образцов (керна)	Характеристика основных свойств пород, определяющих получение образцов (керна)	Поведение пород при бурении и извлечении образцов (керна)	Типичные представители пород данной группы	Средства получения образцов (керна)
1	2	3	4	5
Породы весьма неустойчивые	Породы и полезные ископаемые, практически не имеющие связи между зернами, с высокой прочностью отдельных частей, рыхлые, сыпучие и плавучие различного гранулометрического состава, сильно перематые, раздробленные или сильно трещиноватые скальные породы (разбитые сложной системой трещин).	При бурении происходит перемещение частиц по типу сыпучих тел. Мелкие зерна легко выносятся из колонковой трубы промысловой жидкостью. Рыхлая масса может в колонковой трубе сильно уплотниться с образованием пробки. Крупные частицы (обломки) разрушаются, истираются и окатываются.	Рыхлые несвязные осадочные породы (главным образом продукты физического выветривания): песок, галечник, гравий, щебень, пилы и др. Сильно перематые, раздробленные или сильно трещиноватые скальные породы.	Специальные способы бурения и снаряды с местной циркуляцией жидкости; двойные колонковые снаряды с промывкой глинистым раствором. Бурение шнеками и желонками. Отбор шлама.
Породы слабо устойчивые	Породы и полезные ископаемые с недостаточно прочной связью, неоднородные по твердости, обрекчированные со слабым цементом или хрупкие невысокой твердости, затронутые выветриванием, переслаивающиеся (со слоями различной твердости), рассланцованные или слоистые со слабой связью между слоями, разбитые одной системой трещин, с прожилками и т. д.	Легко разрушаются при механическом воздействии всех факторов, подвергаются избирательному истиранию. В ряде случаев размываются промывочной жидкостью. Избирательное истирание увеличивается при бурении с промывкой (сухое трение). При бурении с неинтенсивным охлаждением керн прижигается. При извлечении из колонкового снаряда керн легко деформируется.	Слабо цементированные брекчи и конгломераты, угли. Слоистые породы с перемежающейся твердостью, пронизанные мягкими прожилками и т. д.	Двойные колонковые снаряды, применяемые с промывкой глинистым раствором. Снаряды с местной циркуляцией жидкости (без расхаживания). Сбор шлама в отстойниках. Отбор шлама желонкой.

1	2	3	4	5
Породы с изменяющейся устойчивостью.	Породы и полезные ископаемые со сложной связью, преимущественно водноколлоидной или образованной льдом, исчезающей при насыщении водой или при нагревании. Обычно плотные, невысокой прочности, часто влаговеские. Иногда вязкие, липкие, сильно пористые: а) глины и глинистые образования; б) растворимые соли; в) мерзлые рыхлые породы.	Размываются или растворяются промывочной жидкостью. Некоторые разновидности при увеличении разбухают, резко увеличивая объем; в колошковой трубе керн может быть сильно запрессован, что затрудняет его извлечение. Мерзлые рыхлые породы оттаивают при действии тепла, теряя устойчивость и связь.	Осадочные породы (преимущественно продукты химического выветривания или химические осадки): глины, суглинки, лессы, глинистые бокситы, каменная соль и др. Скальные, сильно трещиноватые породы (содержащие отдельные включения льда в виде прожилков, линз и гнезд) и рыхлые пористые породы, в порах или контактах между частицами которых находится лед.	Бурение колонковыми снарядами с промывкой специальными растворами: глинистыми, насыщенными солями, охлажденными или с низкой температурой замерзания. В отдельных случаях возможно применение сжатого воздуха.
Породы весьма устойчивые.	Породы и полезные ископаемые с жесткой, преимущественно кристаллизационной связью между зернами, спаянные или сцементированные, достаточно прочные, монолитные или слабо-трещиноватые, не выветриваемые.	При бурении на рациональных режимах практически всегда дают повышенный выход керна (до 100%).	Скальные и полускальные породы: изверженные, осадочные (плотные известняки, песчаники, сланцы) и метаморфические породы (гнейсы, кварциты, мрамор, кристаллические сланцы и др.).	Простые колонковые снаряды и рациональные режимы бурения.

СХЕМА КЛАССИФИКАЦИИ

способов и технических средств получения проб твердых полезных ископаемых и образцов пород при бурении скважин
(по С. С. Сулакшину)

Способы отбора образцов и проб	Средства отбора образцов пород и проб полезных ископаемых
Отбор проб и образцов (керна) с забоя в процессе бурения скважин	Снаряды, работающие с промывкой или продувкой при полной циркуляции жидкости или воздуха в скважине. Снаряды, работающие при неполной (местной) циркуляции жидкости (СМП) Снаряды, работающие с комбинированной циркуляцией жидкости (СКЦ).
	I. Простые колонковые снаряды (ПКС). II. Двойные колонковые снаряды (ДКС) с несъемным керноприемником. 1. ДКС с вращающейся при бурении внутренней трубой. 2. ДКС с невращающейся при бурении внутренней трубой. 3. ДКС комбинированного типа (с вращающейся и невращающейся при бурении внутренней трубой). III. Двойные колонковые снаряды со съёмной керноприемной трубой. 1. ДКС с вращающейся съёмной керноприемной трубой. 2. ДКС с невращающейся керноприемной трубой. IV. Двойные колонковые снаряды с герметизирующейся керноприемной трубой — для отбора керна и газа (КГН).
	I. Снаряды с местной циркуляцией жидкости с шариковым клапаном для безнасосного бурения. II. Снаряды с местной циркуляцией жидкости с поршнем.
	I. Снаряды с местной циркуляцией жидкости, осуществляемой при помощи забойного насоса, приводимого в действие потоком жидкости (воздуха), подаваемой с поверхности. II. Снаряды с местной циркуляцией жидкости водоструйного типа, работающие с применением насоса на поверхности. III. Снаряды с местной циркуляцией жидкости, осуществляемой за счет периодического вытеснения жидкости сжатым воздухом (с пульсирующей промывкой). IV. Снаряды с эрлифтной промывкой.

	Снаряды, работающие без промывки или продувки (всухую).	I. Снаряды вращательного действия. 1. Змеевики, ложки, шнеки. 2. Грунтоносы вращательного действия. 3. Шнекоколонковые снаряды. II. Снаряды ударного действия. 1. Желонки, стаканы. 2. Грунтоносы забивного действия. 3. Виброснаряды (виброжелонки, вибростаканы).
	Снаряды (механизмы) режущего действия	1. Скрепки, расширители. 2. Боковые кернаотборники (грунтоносы) вращательного колонкового типа (БКВ).
Отбор проб и образцов из стенок скважин после их проходки	Снаряды (механизмы) вдавливающего действия	1. Боковые кернаотборники (грунтоносы) механические (БКМ).
	Снаряды ударного действия	1. Боковые кернаотборники (грунтоносы) стреляющего типа (БКС).
	Снаряды термодинамического действия	1. Боковые кернаотборники (грунтоносы) термодинамического (кумулятивного) типа (БКТ).
	Шламоулавливающие устройства, используемые на поверхности	1. Шламоулавливающие желоба и отстойники. 2. Шламоулавливатели циклонного типа (турбоциклоны, гидроциклоны, пневмоциклоны).
Отбор шламовых проб	Снаряды и приспособления для подъема шлама с забоя скважины	1. Шламоулавливающие трубы и устройства. 2. Желонки.

СХЕМА КЛАССИФИКАЦИИ

снарядов, применяемых для получения керновых проб при вращательном бурении геологоразведочных скважин в сложных геологических условиях
(по С. С. Сулакшину)

Группа	Основные признаки конструкции						Наименование типичных конструкций снарядов
	Тип колонкового снаряда	Соединение внутренней колонковой трубы с переходником	Способ удаления продуктов разрушения	Способ формирования образца (керна)	Способ удержания образца (керна)	Средство сохранения образца (керна)	
1	2	3	4	5	6	7	8
Снаряды, работающие с прямой промывкой, нагнетаемой с поверхности насосом.	ДКС с вращающейся при бурении внутренней трубой	Жесткое (возможно перемещение в осевом направлении)	Промывкой с мощностью насоса	Обуривание коронкой	Силой трения (затиркой) или кернорвателем	Керноприемная труба	ДКС конструкции К. Ф. Новика, К. С. Мавзолеевича, Д. Т. Ракова и др. К. Г. Н. типа ВК-54; КС-2.
	ДКС с невращающейся при бурении внутренней трубой	Подвижное с возможностью перемещения труб друг относительно друга и в осевом направлении.	Промывкой с мощностью насоса	Обуривание наружной коронкой или вырезание штампом	С помощью кернозахватывающих устройств	Керноприемная труба	ДКС-1-ТПИ, ДКС-3-ТПИ, ДКС-Д конструкции С. С. Сулакшина; ДКС-МГРИ; конструкции ВИТР («Штамп»); П. П. Крамаря и др. ДКС со сменным керноприемником конструкции ЦКБ, МГРИ, «Крепиус», «Лонгир» и др.
							Керноприемная гильза

Продолжение табл. 4.

1	2	3	4	5	6	7	8
Снаряды с местной (призобойной) прямой или промывочной	ДКС комбинированного типа с вращающейся (при бурении в твердых породах) и невращающейся (при бурении в мягких) внутренней трубой.	Комбинированное	Промывкой с мощностью насоса	Обустройство или вырезание штампом.	С помощью кернозахватывающих устройств	Керноприемная труба	Снаряд ДТ-10-89 конструкции А. А. Гребенюка Снаряд А. С. Покальчука
						Керноприемная гильза	Снаряд МГРИ
	Снаряды безнасосного бурения (с местной циркуляцией жидкости)	Жесткое	Призобойной промывкой за счет расщаживания снаряда (поршня)	Обустройство коронкой	Силой трения — затиркой или кернозахватывающим устройством	Колонковая труба	Снаряд С. А. Волкова; Снаряд С. С. Сулакшина; Снаряд А. А. Гребенюка; Снаряд А. А. Волокитенкова; Снаряд А. С. Покальчука
		Подвижное	Призобойной промывкой за счет расщаживания поршня	Обустройство коронкой	Кернозахватывающим устройством	Керноприемная труба	Снаряд А. А. Гребенюка
	Снаряды с комбинированной промывкой	Жесткое	Призобойной промывкой с мощностью насоса водоструйного типа	Обустройство коронкой	Затиркой, кернозахватывающим устройством	Колонковая или керноприемная труба	Снаряд Н. С. Левченко и С. А. Турко, Снаряды Каз. ИМСа; Снаряд СГИ; Снаряды Комсомольской экспедиции. Снаряд В. Е. Копытова
	Снаряды для бурения с промывочной с помощью эрлифта	Жесткое	Призобойной промывкой с помощью эрлифта.	Обустройство коронкой	Кернозахватывающим устройством	Колонковая труба	Снаряд ВИПРа Снаряд СГИ

Продолжение табл. 4.

1	2	3	4	5	6	7	8
	Снаряды с местной циркуляцией за счет вытеснения жидкости сжатым воздухом или поршнем	Жесткое	Призабсистой пульсирующей промывкой	Обуривание коронкой	Заклинкой	Колошковая труба	Снаряд В. В. Большакова. Снаряд СГИ
Снаряды для бурения всухую	Снаряды для бурения без промывки	Подвижное или жесткое	Шнеком	Обуривание коронкой	Силой трения	Керноприемная труба	Шнекоколонковые простые (Ф. А. Шамшева) и со съёмным керноприёмником

КЛАССИФИКАЦИЯ

основных способов и средств контроля момента встречи контактов залежей полезных ископаемых

Способы контроля момента встречи контактов залежи	Основные признаки и средства определения момента встречи контактов залежи полезных ископаемых
Контроль по геологическим признакам	1. Глубина залегания контакта. 2. Характер шлама, цвет и другие свойства промывочной жидкости, вытекающей из скважины.
Контроль по изменению механических свойств горных пород (сопротивление пород разрушению)	Измерение скорости бурения 1. Визуально или с помощью секундомера. 2. Приборы, связанные с элементами буровой установки, имеющими возвратно-поступательное движение: а) кремальной станка — прибор В. М. Славского и Б. Е. Свешникова, регистратор проходки ВСЕГЕИ; б) направляющим штоком вращателя — регистратор проходки Г. Л. Лебединского, датчик и регистратор скорости проходки типа ДС СКБ МГ СССР, буровой секундомер-спидометр КазИМСа, буровой регистратор КазИМСа, прибор для измерения скорости бурения и величины проходки КазИМСа; в) траверсой вращателя — авторегистратор Э. И. Абрамяна, измеритель скорости бурения А. А. Жуковского, прибор для механического каротажа (США); г) ведущей штангой — регистратор П. И. Федотова; д) вертикальным — прибор В. М. Славского и Б. Е. Свешникова, регистратор продолжительности бурения (США); е) талевым блоком — дистанционный регистрирующий прибор (США); ж) тросом подвижной ветви талевой системы — регистратор параметров процесса бурения (США). 3. Приборы, связанные с элементами буровой установки, имеющими вращательное движение: а) осью или роликом кронблока — прибор с угловым индукционным датчиком, прибор с сельсинной связью, механический дреллометр (США); б) валом или барабаном лебедки — звуковой сигнализатор Н. И. Мартынцева.

		4. Приборы, связанные с гидросистемой станка или пристроенного гидроцилиндра: а) гидроцилиндр П. Ф. Пальянова; б) расходомеры — измерители скорости бурения — сигнализатор С-ТПИ, диффометры.
	Фиксирование изменения давления в гидросистеме станка или указателя веса.	1. Приборы, связанные с гидросистемой станка: а) датчик давления типа ДД СКБ МГ СССР; б) указатель давления прибора ГП-18; в) манометр и дреллометр станка; г) манометр станка с подвижным контактом. 2. Индикаторы веса и давления: а) встраиваемые в неподвижный конец талесового каната — механические, гидравлические, электрические, сельсинные, тензометрические; б) встраиваемые в ходовой конец каната; в) датчики веса, встраиваемые в талесовом крюке; г) гидравлические динамометры, встраиваемые между вертлюгом-сальником и подъемным крюком.
	Измерение кр. момента или мощн. на бурение.	1. Регистратор крутящих моментов прибора ГП-18. 2. Бесконтактные электромагнитные датчики крутящих моментов типа ДМ. 3. Прибор для регистрации мощности на бурение. 4. Гидравлический индикатор крутящих моментов. 5. Забойные датчики и регистраторы крутящего момента с сигнализатором.
Контроль по изменению физич. свойств пород		Измерение упругих колебаний снаряда в процессе бурения.
Контроль по изменению химич. свойств пород		Измерение физических свойств забойными каротажными приборами и передача сигналов на поверхность. Измерение химического состава микрокомпонентов или жидкости непосредственно на забое или на поверхности.

Кафедра техники разведки Томского политехнического института занимается решением проблемы качественного опробования полезных ископаемых при бурении геолого-разведочных скважин на протяжении ряда лет.

В результате были разработаны теоретические основы некоторых вопросов рассматриваемой проблемы и создан комплекс средств для отбора качественных керновых проб при бурении скважин на уголь — двойной колонковый снаряд (ДКС-ТПИ) и сигнализатор встречи пластов (С-ТПИ).

Универсальный двойной колонковый снаряд ДКС-ТПИ (рис. 1) предназначен для перебурки пластов полезных ископаемых простого и сложного строения от слабых до крепких. Снаряд телескопического типа имеет запорное гидравлическое устройство и кернорватель из четырех стальных секторов. Универсальность снаряда определяется выполнением выработанных требований, основными из которых являются следующие.

1. Возможность промывки забоя скважин перед началом бурения через внутреннюю колонковую трубу и зазор между трубами.
2. Применение в качестве промывочной жидкости как технической воды, так и глинистого раствора.
3. Изоляция керна от воздействия потока промывочной жидкости
4. Свободный (без подпора) выход жидкости из внутренней трубы по мере заполнения ее керном.
5. Свободное продвижение керна во внутреннюю трубу.
6. Предохранение керна от разрушающего действия механических факторов (сил трения, вибраций, толчков и ударов снаряда) за счет неподвижности внутренней трубы при бурении.
7. Возможность бурения по крепким углям и породам (прослойкам пустых пород, встречающихся в угольных пластах, в почве и кровле).
8. Бурение на форсированных режимах.
9. Надежная заклинка и срыв керна у забоя по мягким и твердым породам плавающим кернорвателем секторного типа.
10. Возможность контроля момента заклинки керна перед подъемом снаряда.
11. Надежное удержание керна в колонковом снаряде при подъеме как в вертикальных, так и наклонных скважинах.
12. Предохранение кернорвательного устройства от механических повреждений при спуске и подъеме снаряда.
13. Слив промывочной жидкости из полости бурильных труб при подъеме снаряда из скважины.
14. Свободное извлечение керна из разъемной керноприемной трубы без нарушения его цельности.
15. Возможность проходки на рейс более 1,5 м.
16. Простота конструкции и невысокая стоимость снаряда.

Испытания снарядов показали, что они позволяют существенно повысить выход керна. В большинстве случаев на месторождениях Кузбасса получен выход керна в пределах 85—100%.

Техническая характеристика двойного колонкового снаряда ДКС-ТПИ

1. Глубина бурения, м	1200
2. Наружный диаметр коронки, мм	92
3. Внутренний диаметр коронки, мм	60
4. Полезная длина керноприемника, м	2,0
5. Общая длина снаряда, м	2,62
6. Вес снаряда, кг	46

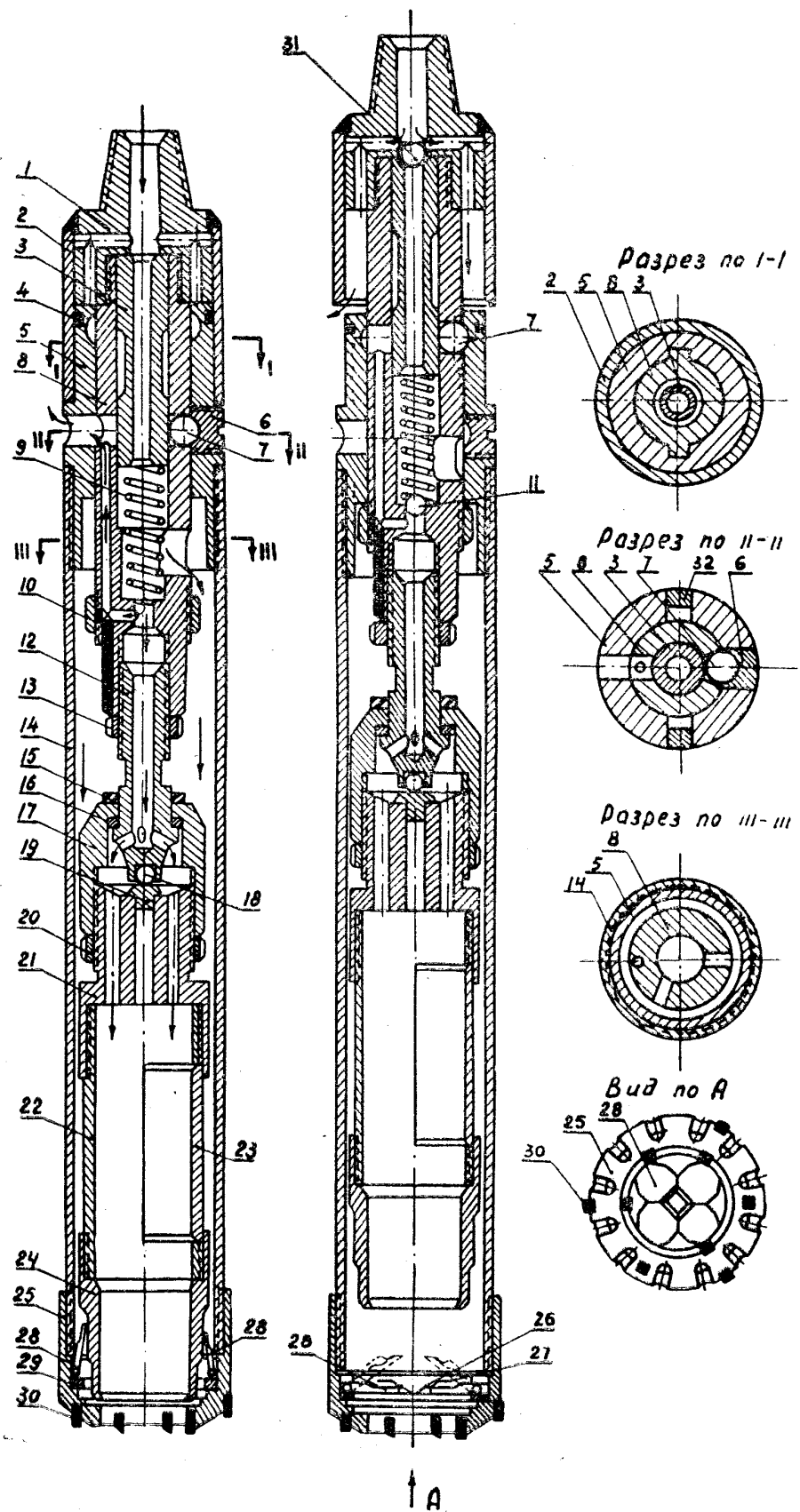


Рис. 1. Двойной колонковый снаряд ДКС-ТПИ: 1—переходник; 2—цилиндр; 3—золотник; 4—сальник; 5—корпус; 6—пробка фиксатора; 7—шарик фиксатора; 8—шпилька; 9—пружина; 10—гайка упорная; 11—шарик для закрытия центральной промывки; 12—винт регулировочный; 13—контргайка; 14—труба наружная; 15—уплотнитель; 16—шайба; 17—корпус подпятника; 18—шарик подпятника; 19—подпятник; 20—контргайка; 21—головка керноприемника; 22—керноприемник; 23—боковая крышка керноприемника; 24—стакан приемный; 25—коронка; 26—защелка; 27—пружина кернорвателя; 28—сектор кернорвателя; 29—корпус кернорвателя; 30—резцы формы Г-1305; 31—шарик гидравлического затвора; 32—заглушка

Сигнализатор встречи угольных пластов С-ТПИ является прибором показывающего типа механической скорости бурения. Возрастание скорости бурения при встрече пластов полезных ископаемых отмечается прибором — срабатывает электрическая схема, и включаются световой и звуковой сигналы.

Сигнализатор предназначен для станков с гидравлической подачей ЗИФ-300 и ЗИФ-650А и в принципе может быть использован на любом станке с гидравлической подачей.

Измерение скорости бурения производится по расходу масла, вытесняемого из нижних полостей гидроцилиндров подачи при синхронном с углубкой движении поршней вниз. Поэтому обязательным условием применения сигнализатора является подача инструмента со шпинделя.

Состоит сигнализатор из датчика механической скорости бурения — поплавкового расходомера и контрольно-сигнального пульта со звуковым сигналом (звонок или сирена). Датчик монтируется в разрыв маслопровода, идущего от нижних полостей гидроцилиндров подачи к прибору гидроуправления, контрольно-сигнальный пульт — на видном для бурового мастера месте.

На рис. 2 приведена схема датчика и блок-схема сигнализатора.

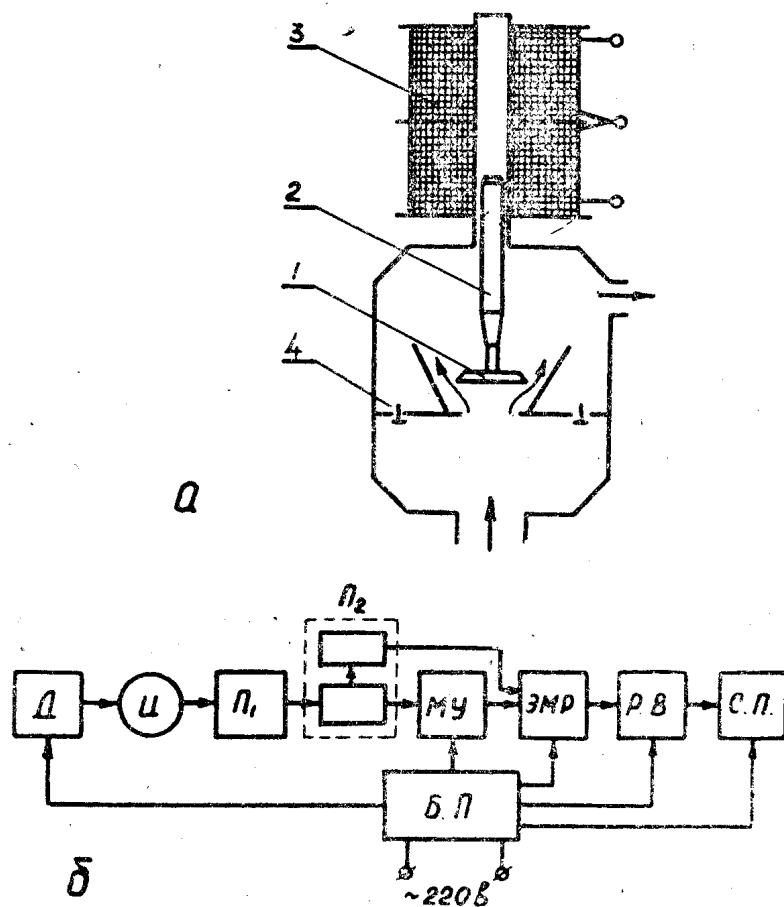


Рис. 2. Сигнализатор встречи угольных пластов С-ТПИ: а — схема датчика механической скорости бурения; б — блок-схема сигнализатора; 1 — поплавок; 2 — сердечник; 3 — двухсекционная индуктивная катушка; 4 — обратный клапан; Д — датчик сигналов; Ц — измерительный прибор; П₁ — переключатель типа станка; П₂ — переключатель контрольных скоростей встречи; МУ — магнитный усилитель; ЭМР — электронно-механическое реле; РВ — электронное реле времени; С.П. — сигнальные приборы; Б.П. — блок питания.

Работа датчика заключается в следующем. Масло, проходя через датчик, приподнимает поплавки 1 (рис. 2, а) с сердечником 2, который входит в индуктивную катушку 3. Двухсекционная катушка составляет два смежных плеча мостовой дифференциально-трансформаторной схемы. В диагональ моста включен измерительный прибор И (рис. 2, б). Показания прибора зависят от степени разбалансировки мостовой схемы, т. е. от величины введения (высоты подъема) сердечника в нижнюю секцию катушки, что определяется расходом масла, пропорциональным скорости углубки. При всех остановках шпинделя и движения его вверх поплавки с сердечником занимает нижнее положение, и прибор показывает нуль. При движении шпинделя вверх масло проходит через обратный клапан 4.

Сигнал с датчика Д усиливается магнитным усилителем МУ и поступает на вход электронно-механического реле ЭМР, которое срабатывает при достижении пороговой величины сигнала и включает сигнальные приборы СП. Сигнализатор позволяет заранее устанавливать (переключатель P_2) контрольную скорость встречи пласта, т. е. ту скорость, при которой ожидается встреча пластов угля на данном месторождении. При достижении установленной скорости сигнал на входе ЭМР также достигает своей пороговой величины.

При установке сигнализатора на одном из станков в соответствующее положение ставится переключатель P_1 , имеющий оцифровку типа станков.

Временное (15 сек) выключение сигналов при расходке снаряда (большая скорость опускания шпинделя) достигается введением в схему электронного реле времени РВ. Нормально замкнутая кнопка реле устанавливается на щитке приборов станка.

Питание схемы сигнализатора осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 вольт. Блок питания БП сигнализатора включает стабилизатор напряжения, позволяющий получать правильные показания при изменении питающего напряжения в пределах $\pm 30\%$.

Техническая характеристика сигнализатора

Тип	С-ТПИ
Буровой станок	ЗИФ-300, ЗИФ-650А
Диапазон измерения, см/мин	0—40
Цена деления см/мин	1
Контрольные скорости встречи, см/мин	10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 30, 35, 40
Точность показаний, %	± 10
Сигнал	световой, звуковой
Напряжение питания	$220\text{в} \pm 30\%$
Потребляемая мощность, вт	130
Рабочий диапазон температуры воздуха, °С	$-15 \div +55$
Наибольшие размеры, мм	пульта 318×200×200 датчика 265×64
Вес, кг	пульта 11,0 датчика 3,3

Испытания сигнализаторов проводились в геолого-разведочных партиях треста «Кузбассуглегеология»: в 1965 году — в Урупской ГРП, в 1966—1967 г. г. — в Ленинской ГРП. Пять сигнализаторов находились в эксплуатации с августа месяца 1967 года в Ленинской ГРП.

Испытания проводились на станках ЗИФ-650А. Породы участков представлены песчано-глинистыми разностями от крупнозернистых песчаников до тонких алевролитов и аргиллитов, углистыми аргиллитами

и углями средней крепости. Средняя категория пород по буримости пятая. Проводимые параллельно испытаниям приборов хронометражные наблюдения производились при практически задаваемых режимах бурения твердосплавными коронками типа СА, СМ, БТ: осевая нагрузка—700—1200 кг, интенсивность промывки—100—150 л/мин, число оборотов снаряда при основном диаметре коронок 92 мм—250—480 в минуту.

На декабрь месяц 1967 г. пройдено с применением сигнализатора 11300 пог. м скважин, отработано 1690 станко-смен, встречено 290 пластов, пропущено 9 пластов, причем два пропуска пластов рабочей мощности имели место по причине неисправности звукового сигнала; причины семи пропусков пластов нерабочей мощности не выяснены.

Испытания показали эффективность применения сигнализатора на конкретных месторождениях. Вскрытие всех пластов было четко зафиксировано прибором. В результате испытаний была выявлена принципиальная возможность различать легко буримые породы (обычно крупнозернистые песчаники) от углей по амплитуде колебаний мгновенных скоростей бурения: для пород она составляет $\pm 10 \div 15$ см/мин, в то время как для углей чаще находится в пределах 2—3 см/мин. Отмеченное плавное возрастание скорости бурения по тонкой (5—10 см) надугольной прослойке позволяет снизить интервал бурения при встрече пластов до 5—10 см вместо 20—30 см.

Применение сигнализатора, кроме того, позволяет подбирать по механической скорости наиболее рациональные режимы бурения.

Сигнализатор прост в обращении и надежен в эксплуатации. Комплексное применение сигнализаторов С-ТПИ и двойных колонковых снарядов ДКС-ТПИ позволит существенно повысить качество опробования угольных пластов.