

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ РАЗВЕДКИ
(РАМЕНСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ)

СОГЛАСОВАНА
С МИНИСТЕРСТВОМ
НЕФТЯНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ
1 ИЮНЯ 1981 Г.

УТВЕРЖДЕНА
МИНИСТЕРСТВОМ
ГЕОЛОГИИ СССР
15 ИЮНЯ 1981 Г.

ИНСТРУКЦИЯ ПО ОСВОБОЖДЕНИЮ ПРИХВАЧЕННЫХ ТРУБ В СКВАЖИНАХ ВЗРЫВОМ



МОСКВА "НЕДРА" 1982

Инструкция по освобождению прихваченных труб в скважинах взрывом. М., Недра, 1982. 29 с.

В инструкции описывается аппаратура для проведения взрывных работ в скважинах с целью освобождения прихваченных бурильных и насосно-компрессорных труб, разбирается вопрос выбора взрывного способа ликвидации прихвата, выбора заряда торпед. Описана последовательность работ по освобождению прихваченных труб. Даны указания по технике безопасности.

Инструкция предназначена для персонала геофизических партий, выполняющих работы по ликвидации прихвата труб в скважинах, а также для работников геологической службы буровых и промысловых предприятий.

Табл. 6, ил. 16, список лит. — 4 назв.

Выпущено по заказу Всесоюзного научно-исследовательского института геофизических методов разведки (Раменское отделение)

И 1904050000 — 225 заказное
043 (01) — 82

© Всесоюзный научно-исследовательский институт геофизических методов разведки (Раменское отделение), 1982

ПРЕДИСЛОВИЕ

Инструкция является переработанным и дополненным изданием "Инструкции по освобождению прихваченного бурильного инструмента торпедированием", утвержденной в 1968 г. При составлении Инструкции учтены происшедшие после первого издания изменения в технике и технологии взрывных работ, проводимых при ликвидации прихвата труб. В частности, приводятся описание устройства кумулятивных труборезов, их характеристика и методика применения, номограммы по выбору величины заряда торпед для случая легкосплавных бурильных труб из алюминиевого сплава Д16Т и утяжеленных бурильных труб.

В инструкции не разбираются детали техники и технологии проведения взрывных работ и обращения с ВМ (сборка торпед, перевозка и хранение зарядов и др.), подробно рассматриваемые в частных инструкциях (на изделия), "Единых правилах безопасности при взрывных работах" и ведомственных инструкциях по технике безопасности при работах на скважинах.

С выходом в свет настоящей инструкции действие "Инструкции по освобождению прихваченного бурильного инструмента торпедированием", утвержденной в 1968 г., прекращается.

Инструкция разработана в лаборатории разобщения пласта и торпедирования Раменского отделения ВНИИ Геофизики Е.А. Левиным, С.А. Ловлей и В.Т. Сиротиным.

ВВЕДЕНИЕ

Для ликвидации прихватов труб в скважинах могут применяться следующие взрывные методы.

1. Отвинчивание труб в резьбовых соединениях в верхней зоне прихвата или над ней с применением торпеды, не повреждающей трубы при взрыве.

Метод основан на кратковременном ослаблении при взрыве резьбовых соединений труб. Если при этом соединение разгружено от массы расположенных выше труб и к колонне труб приложен обратный вращающий момент, то колонна проворачивается в резьбовом соединении и может быть разъединена.

Применение взрыва позволяет освободить часть прихваченных труб. Все трубы колонны можно освободить путем последовательного отвинчивания с помощью взрывов на разных глубинах (сверху вниз) в сочетании с расхаживанием колонны и промывкой затрубного пространства через разъединенную колонну.

2. "Встряхивание" труб с помощью взрыва торпеды, установленной в трубах против зоны прихвата или над долотом. Заряд торпеды выбирается таким, чтобы его взрыв не повредил трубы.

При взрыве торпеды образуется ударная волна, распространяющаяся в затрубную среду и вызывающая движение материала, образовавшего прихват, от стенок труб, вследствие чего происходит ослабление сцепления колонны с затрубной средой. При прилипании труб — прижатии к стенке скважины, вызванном перепадом давления в скважине и пласте, взрыв может способствовать кратковременному выравниванию давления вокруг трубы и снятию перепада. Если к колонне труб будут приложены осевое или вращающее усилие, либо то и другое вместе, то произойдет ее перемещение, что облегчит последующее извлечение труб. В благоприятных условиях метод позволяет освободить все трубы, т.е. полностью ликвидировать прихват, чему способствует оперативное применение метода.

3. Обрыв труб взрывом торпеды или перерезание их кумулятивным труборезом, установленными в верхней зоне прихвата или над ней. Взрыв, производимый одновременно с натягом труб, обрывает или перерезает их и позволяет поднять верхнюю часть колонны.

4. Комбинирование взрывных методов с другими способами ликвидации прихватов (ваннами, офрезерованием, отвинчиванием трубами с левой резьбой и т.д.).

¹ Верхняя зона прихвата — интервал, до которого еще передаются усилия (растягивающие или скручивающие), приложенные к колонне труб с земной поверхности.

I. АППАРАТУРА

1. При взрывных работах в скважинах с целью освобождения прихваченных труб используют либо торпеды, заряд которых собирается из детонирующего шнура или из шашек ВВ, либо труборезы с кольцевым кумулятивным зарядом.

ТОРПЕДЫ ДЛЯ ОТВИНЧИВАНИЯ И "ВСТРЯХИВАНИЯ" ТРУБ

2. Для проведения работ с целью отвинчивания и "встряхивания" труб в скважинах применяются торпеды ТДШ из детонирующего шнура.

Торпеды ТДШ (рис. 1–3, табл. 1) состоят из головки (держателя) и груза, соединенных тросом, к которому прикреплен заряд, представляющий собой один или несколько отрезков детонирующего шнура. Сборку торпед ТДШ проводят в соответствии с инструкциями по эксплуатации торпед.

Торпеды спускаются в скважину на каротажном кабеле. Взрыв их осуществляют электрическим импульсом, подаваемым к электродетонатору по тому же кабелю. После взрыва вместе с кабелем на поверхность извлекают головку (держатель), трос и груз, которые используют многократно.

ТОРПЕДЫ ДЛЯ ОБРЫВА ТРУБ

3. Торпеды ТШ84 и ТШТ (рис. 4, 5, табл. 2) имеют негерметичный тонкостенный алюминиевый корпус, в котором помещены заряд из цилиндрических шашек ВВ, контактирующих с промывочной жидкостью, и герметичный взрывной патрон. Сверху над торпедой установлен груз.

Для инициирования взрыва заряда в торпедах ТШТ используют взрывные патроны ПВГУ4, ПВГУ5, ПВГУ250/1500, а в торпед ТШ84 – взрыватель ВТШ (рис. 6).

При зарядании торпеды взрывпатроном и зарядом соответствующей термостойкости корпус торпеды ТШТ может быть использован и при более высоких параметрах (до 150 МПа и температуре до 230 °С).

Максимальные температуры применения зарядов торпед ТШТ в зависимости от используемых для их изготовления составов приведены в табл. 3. Зарядный комплект торпед ТШТ и ТШ84 представлен в табл. 4.

КУМУЛЯТИВНЫЕ ТРУБОРЕЗЫ

4. Кумулятивные труборезы ТРК (рис. 7, табл. 5) предназначены для перерезания прихваченных насосно-компрессорных, обсадных и бурильных труб, имеющих гладкое проходное отверстие. Они не пригодны для перерезания труб, имеющих внутрь высаженные концы.

Кумулятивный труборез ТРК состоит из прочного герметичного корпуса, снаряженного кольцевым кумулятивным зарядом и электродетонатором ТЭД-2. Для облегчения спуска в скважину ТРК снабжен грузом, который соединен с корпусом двумя винтами. При детонации заряда

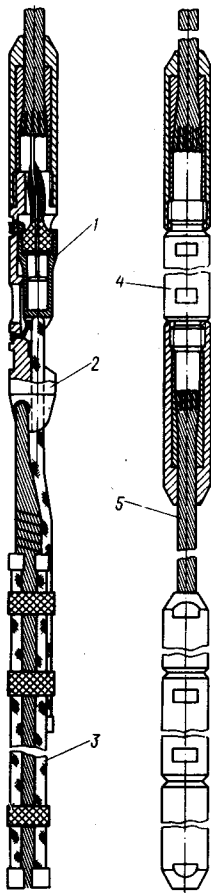


Рис. 1. Торпеда ТДШ25:

1 - взрывной патрон, 2 - держатель, 3 - детонирующий шнур, 4 - груз, 5 - трос (кабель)

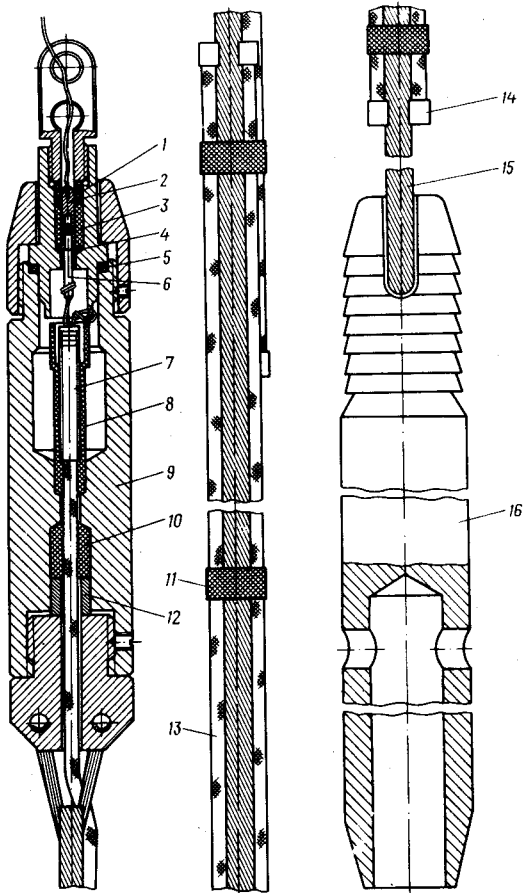


Рис. 2. Торпеда ТДШ50:

1 - шайба текстолитовая, 2 - контакт, 3 - пробка, 4 - изолятор, 5 - кольцо уплотнительное, 6 - штырь контактный, 7 - электродетонатор ЭД-8, 8 - втулка детонатора, 9 - корпус головки, 10 - уплотнение, 11 - лента изоляционная, 12 - шайба стальная, 13 - детонирующий шнур, 14 - колпачок, 15 - кабель, 16 - груз

образуется кольцевая кумулятивная струя, движущаяся в горизонтальной плоскости. Встретив преграду (стенка корпуса трубореза – промывочная жидкость – перерезаемая труба), кумулятивная струя пробивает ее.

Таблица 1

Технические характеристики торпед ТДШ

Показатели	ТДШ25	ТДШ	ТДШ-Т-50
Наружный диаметр, мм	25	25	50
Минимальный наружный диаметр трубы, в которой может быть спущена торпеда, мм:			
бурильной	73	73	102
насосно-компрессорной	48	48	73
Максимально допустимое давление, МПа	100	100	100
Максимально допустимая температура, °С	150	150	200
Средство взрывания	ТЭД-200	ТЭД-200	ПВГУ4, ПВГУ5, ПВГУ250/1500
Марка детонирующего шнура:			
при температуре до 100 °С	ДШВ	ДШВ	ДШВ, ДШУ-33
" " до 180 °С	—	—	ДШТТ-180
" " до 200 °С	—	—	ДШТТ-220
Число ниток детонирующего шнура	1-10*	1-10*	1-10*
Длина заряда, м	1-100	1-100	1-100
Линейная масса заряда, г/м	13-130	13-130	13-130
Число подрывов с одной головкой (держателем)	До 10	До 10	До 5
Длина держателя с втулкой, мм	245	—	—
Масса держателя с втулкой и конусом, кг	0,5	—	—
Длина головки, мм	—	485	485
Масса головки, кг	—	4,95	4,95
Длина груза, мм	2200	1000	1000
Масса груза, кг	7	15	15
Средняя плотность, г/см ³ :			
при длине 10 м	4,8	4,8	4,8
" " 50 м	3,45	3,45	4,1
" " 100 м	3,2	3,2	3,6
Длина торпеды, м	До 100	До 100	До 100
Масса торпеды при длине 50 м с тремя нитками ДШВ, кг	29,25	41,7	41,7

* При работах по развинчиванию утяжеленных бурильных труб заряд может быть увеличен.

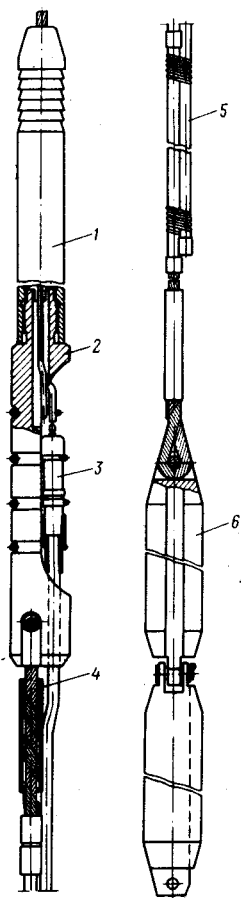


Рис. 3. Торпеда ТДШ-Т-50:

1 - головка, 2 - корпус,
3 - взрывной патрон,
4 - кабель, 5 - детонирующий шнур, 6 - груз

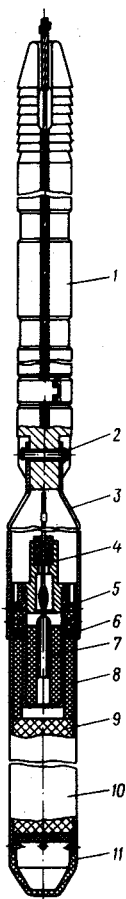


Рис. 4. Торпеда ТШ84:

1 - груз, 2 - штифт, 3 - подвеска,
4 - взрыватель, 5 - головка, 6 - прокладка,
7 - электродетонатор ЭД-8,
8 - кольцевая шашка ВВ, 9 - заряд ВВ,
10 - корпус, 11 - дно

Технические характеристики торпед ТШТ и ТШ84/90

Показатели	ТШТ 20/22	ТШТ 25/28	ТШТ 35/40	ТШТ 43/48	ТШТ 50/55	ТШТ 65/70	ТШ84
Наружный диаметр, мм	22,5	28,5	42	50	57	72	90
Максимально допустимое давление *, МПа	80	80	80	80	80	80	50
Максимально допустимая температура *, °С	160	160	160	160	160	160	60
Минимальный наружный диаметр (условный) трубы, в которой может быть спущена торпеда, мм:							
бурильной	60	73	89	102	114	127	140
насосно-компрессорной	48	48	60	73	89	102	114
обсадной	—	—	114	114	140	140	140
Замок бурильных труб, в который может быть спущена торпеда:							
ЗН	ЗН-95	ЗН-108	ЗН-140	ЗН-140	ЗН-172	ЗН-197	—
ЗШ	ЗШ-108	ЗШ-108	ЗШ-108	ЗШ-108	ЗШ-146	ЗШ-146	ЗШ-178
Диаметр заряда, мм	20	25	35	43	50	65	84
Длина заряда, мм	510	700	700	700	700	500	600
Масса заряда, кг	0,255	0,55	1,08	1,62	2,2	2,65	4,91
Длина груза, мм	1065	1065	1000	1000	800	800	950
Масса груза, кг	2,6	2,6	10,5	10,5	12,2	12,2	16
Длина корпуса, мм	725	875	908	908	938	742	980
Масса корпуса, кг	0,268	1	1,311	1,706	2,061	3,274	2
Длина торпеды, мм	1780	1930	1870	1870	1703	1502	2030
Масса торпеды, кг	3,123	4,150	12,891	13,826	16,461	18,124	22,91

* Максимально допустимые давление и температура даны для всех типоразмеров ТШТ с использованием взрывпатрона ПВГУ5, а для ТШ85 — взрывпатрона ВТШ.

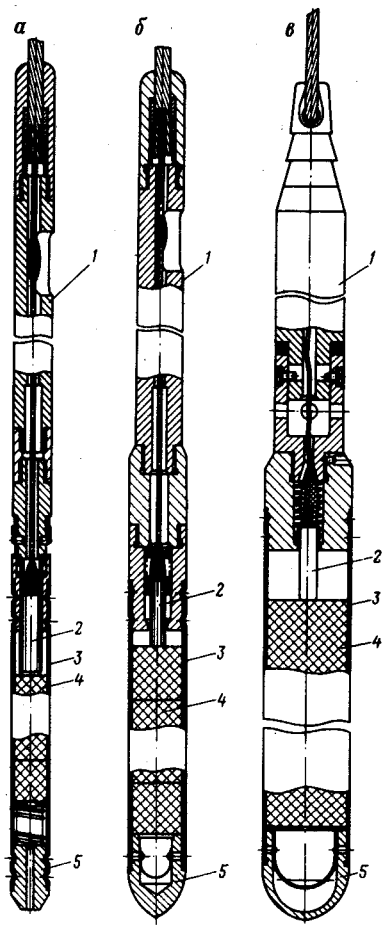


Рис. 5. Торпеды ТШТ:

а – ТШТ 20/22, *б* – ТШТ 25/28, *в* – ТШТ 35/40, ..., ТШТ 65/70; 1 – груз, 2 – взрывной патрон, 3 – корпус, 4 – заряд ВВ, 5 – наконечник

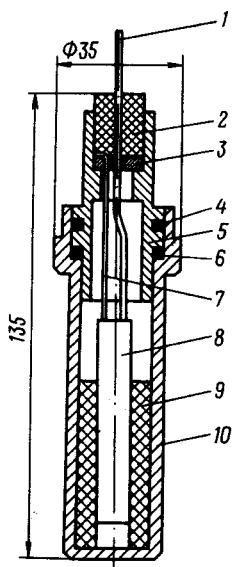


Рис. 6. Взрыватель ВТШ:

1 — провод, 2 — пробка резиновая, 3 — шайба, 4 — кольцо уплотнительное, 5 — головка, 6 — прокладка, 7 — проводник, 8 — электродетонатор ЭД-8, 9 — шашки ВВ, 10 — корпус

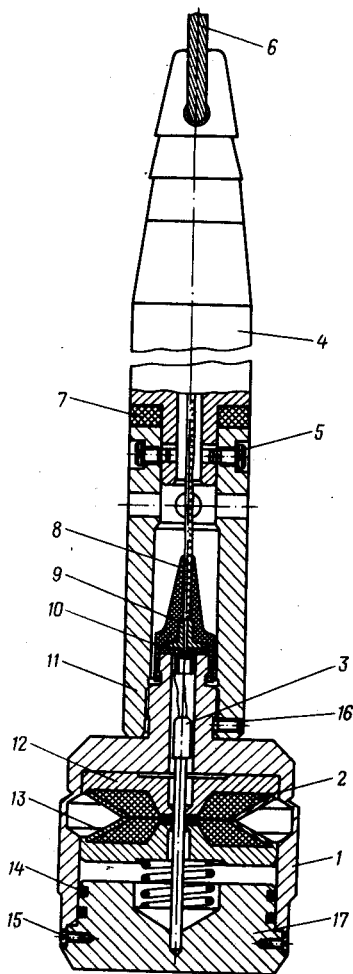


Рис. 7. Кумулятивный труборез ТРК:

1 — корпус, 2 — кольцевой кумулятивный заряд, 3 — электродетонатор, 4 — груз, 5, 15 — винты, 6 — кабель, 7, 10 — прокладки, 8 — уплотнение, 9 — контакт электропровода, 11 — переходник, 12 — шайба, 13 — воронка, 14 — уплотнительное кольцо, 16 — стопорный винт, 17 — дно

Таблица 3

Термостойкость зарядов ГШТ [сохранение работоспособности при различных температурах (°С) и шестичасовой выдержке]

Обозначение торпеды	Флегматизиру- ванный гексоген	ГФГ-2	ГНДС	НТФА
ТШТ 20/22	120	160	200	230
ТШТ 25/28	120	160	200	230
ТШТ 35/40	100	150	180	230
ТШТ 43/48	100	150	180	230
ТШТ 50/55	100	150	180	230
ТШТ 65/70	100	130	160	220

Таблица 4

Зарядный комплект торпед ТШ84 и ГШТ

Обозначение заряда	Число шашек на заряд- ный комплект торпед	Примечание
ЗТШТ-20-120	17	
ЗТШТ-20-160		
ЗТШТ-20-200		
ЗТШТ-20-230		
ЗТШТ-25-120	20	
ЗТШТ-25-160		
ЗТШТ-25-200		
ЗТШТ-25-230		
ЗТШТ-35-100	14	
ЗТШТ-35-150		
ЗТШТ-35-180		
ЗТШТ-35-230		
ЗТШТ-43-100	14	При высоте шашки 70 мм – 10 шашек
ЗТШТ-43-150		
ЗТШТ-43-180		
ЗТШТ-43-230		
ЗТШТ-50-100	14	При высоте шашки 70 мм – 10 шашек
ЗТШТ-50-150		
ЗТШТ-50-180		
ЗТШТ-50-230		
ЗТШТ-65-100	10	При высоте шашки 100 мм – 5 шашек
ЗТШТ-65-130		
ЗТШТ-65-160		
ЗТШТ-65-220		
ЗТШ84-100	6	
ЗТШ65/24,5-100	1	При высоте шашки 30 мм – 2 шашки
ЗТШ19/8-100	1	

Таблица 5

Технические характеристики кумулятивных трубрезцов ТРК

Показатели	ТРК45	ТРК55	ТРК68	ТРК85	ТРК90	ТРК110	ТРК118
Наружный диаметр, мм	45	55	68	85	90	110	
Максимально допустимое давление, МПа	80	80	80	80	80	50	
Максимально допустимая температура, °С	150	150	150	150	150	100	
Рекомендуемые наружные диаметры (условные) труб, перерезаемых трубрезцом, мм:							
насосно-компрессорных	60	73	89	—	—	—	
обсадных	—	—	—	114	—	—	140
бурильных (с наружу высаженными концами)	—	—	—	—	114	—	140
Глубина пробития заряда без корпуса по стальной мишени на воздухе, мм:							
при расстоянии до мишени 4 мм	9	12	13	—	—	—	20
при расстоянии до мишени 15 мм	5	6	7	—	—	—	10
Диаметр заряда, мм	36	44	54	72	72	85	
Масса заряда, г	10,5	22,6	36,8	81	81	125	
Длина груза, мм	1000	800	800	800	800	800	
Масса груза, кг	10,5	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	
Средняя плотность, г/см ³	7,6	7,6	7,4	7,0	7,0	6,9	
Длина с грузом, мм	1210	1030	1035	1050	1055	1050	
Масса с грузом, кг	12,4	14,8	16,1	17,4	18,3	19,8	

II. ВЫБОР ВЗРЫВНОГО СПОСОБА ЛИКВИДАЦИИ ПРИХВАТА

5. Выяснив причину возникновения прихвата, определив его верхнюю границу и убедившись, что расхаживание труб и другие оперативные меры по ликвидации аварий не дали или не могут дать желаемого эффекта, прежде всего решают вопрос о возможности использования "встряхивания". Этот способ в случае удачного применения позволяет ликвидировать прихват труб без ущерба для последующего бурения скважины.

"Встряхивание" целесообразно проводить в тех случаях, когда прошло сравнительно мало времени с начала аварии и когда длина торпеды может полностью перекрыть зону прихвата. Применение "встряхивания" может способствовать восстановлению циркуляции раствора. Операция не требует большой затраты времени и при неудаче в большинстве случаев не осложняет выполнения последующих работ по ликвидации аварий.

Для ликвидации аварий при заклинивании долота можно использовать взрыв небольшой фугасной торпеды, спущенной к долоту. Взрыв производится при одновременном натяге колонны. Можно брать заряд, вызывающий ограниченное повреждение колонны в месте взрыва. О выборе такого заряда см. в п. 8 Инструкции.

При невозможности или нецелесообразности применения "встряхивания" рационально отвинчивать колонну с использованием взрыва. Этот способ во многих случаях дает возможность освободить все трубы или большую их часть путем многократного отвинчивания в сочетании с промывкой через разъединенную колонну труб на разных глубинах (сверху вниз). Для определения этих глубин используется прихватопредельитель. Отвинчивание и промывка способствуют перемещению границы зоны прихвата за счет снятия удерживающих усилий в верхней зоне прихвата. Отвинчивание взрывом упрощает операцию разъединения колонны, устраняет опасность неуправляемого разворота труб, что иногда наблюдается при использовании труб с левой резьбой, и позволяет точно связать место отвинчивания с местонахождением торпеды в колонне.

Обрыв труб с целью освобождения свободной части колонны должен применяться как последняя мера и лишь тогда, когда другие способы не дали или не могут дать желаемого эффекта или их применение по каким-то причинам невозможно или экономически нецелесообразно. При этом в трубах с гладким проходным отверстием во всех случаях, когда позволяют параметры скважины, необходимо применять кумулятивные труборезы, и только при их отсутствии используют фугасные торпеды ТШ или ТШТ.

III. ОСОБЕННОСТИ РАБОТ ПО ЛИКВИДАЦИИ ПРИХВАТОВ В СКВАЖИНАХ С ВЫСОКИМИ ГИДРОСТАТИЧЕСКИМИ ДАВЛЕНИЯМИ И ТЕМПЕРАТУРАМИ

6. Влияние гидростатического давления выражается в первую очередь в том, что с его повышением для выполнения равной полезной работы при ликвидации прихватов требуется увеличить заряд. Рекомендации по выбору заряда, сделанные с учетом гидростатического давления, приведены ниже. Кроме того, в негерметичных торпедах под действием гидростати-

ческого давления происходит пропитка заряда скважинной жидкостью, что делает заряд менее чувствительным к иницирующему импульсу. Во избежание отказов в возбуждении детонации в глубоких скважинах необходимо применять соответствующие взрывные патроны и следить за тем, чтобы при сборке торпеды обеспечивался надежный контакт патрона с основными шашками торпеды.

7. Опасность самопроизвольного теплового взрыва торпеды, спускаемой в скважину с высокой температурой или находящейся в ней, определяется свойствами взрывчатого вещества, размерами заряда, свойствами раствора и температурой. Саморазогрев ВВ за счет тепла идущей в нем химической реакции зависит при прочих равных условиях от отношения поверхности заряда к его объему. Чем меньше это отношение, тем ниже предельная температура его применения. Для цилиндрических зарядов длиной больше двух диаметров (практически почти все торпеды удовлетворяют этому условию) следует считать, что термостойкость изделия¹ зависит только от диаметра. Чем больше диаметр заряда, тем ниже температурный предел его использования.

Для каждого из зарядов в конкретных условиях применения, определяющих теплоотвод, существует температура, называемая критической, при превышении которой он всегда самовоспламеняется, а ниже которой медленно разлагается без воспламенения. Критической температурой соответствует свой период индукции — время, протекающее до самовоспламенения при нахождении заряда в зоне высокой температуры. Для зарядов диаметром 40–70 мм период индукции измеряется сотнями часов; чем больше диаметр заряда и соответственно ниже критическая температура, тем больше период индукции самовоспламенения. Предиагаемые температуры применения термостойских зарядов лежат в надкритической области, и поэтому при неограниченном времени нахождения в зоне этих температур заряды самовоспламеняются. Но для этого требуется обычно значительно больше времени, чем для спуска торпеды, и более 24 ч, гарантированных рекомендациями по применению конкретных зарядов.

Для иллюстрации связи диаметра заряда, температуры и времени индукции самовоспламенения приведен график (рис. 8). Пользуясь графиком, можно определить время, гарантирующее безопасное ведение работ. Если, например, торпеда заклинилась в скважине с температурой t °С, то на оси ординат можно найти соответствующий диаметр заряда d_3 , провести от него линию, параллельную оси абсцисс, до пересечения с изотермой, соответствующей температуре в скважине, и, опустив перпендикуляр из точки пересечения на ось абсцисс, определить время T до самовоспламенения заряда.

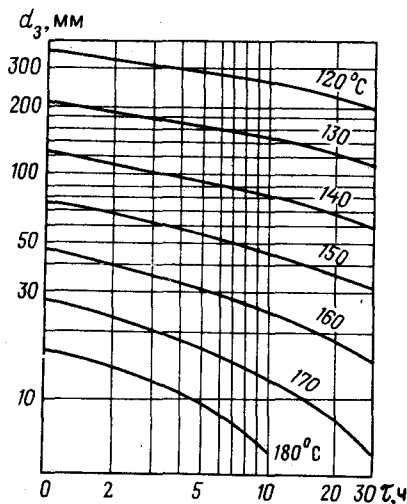
Обратная задача решается, если по каким-либо причинам необходимо использовать заряд при более высоких температурах². Откладывая на оси абсцисс нужное время (отождествляя его с периодом индукции) и проводя линию, параллельную оси ординат, до пересечения с соответствующим диаметром заряда, по значению изотермы определяют предельную температуру применения заряда в этих условиях. Недостаток приведенного

¹ Конструкция торпеды, влияя на теплоотвод, также может действовать на термостойкость заряда.

² Последнее во всех случаях должно согласовываться с органами Госгортехнадзора.

ДШТВ-150 39 гр
ДШУ-33 - 33 гр
ДШТТ-180 44 гр
ДШТ-200 20 гр

Диаметр 180
калория 452



✓ Рис. 8. График зависимости периода индукции самовоспламенения от диаметра заряда из состава ГФГ-2

графика заключается в том, что по нему нельзя полностью учесть влияния индивидуальных свойств промывочной жидкости и различия в гидростатических давлениях на поведение заряда при нагревании. Поэтому его следует считать ориентировочным.

IV. ВЫБОР ЗАРЯДА ТОРПЕД

ТОРПЕДЫ ДЛЯ ОТВИНЧИВАНИЯ И "ВСТРЯХИВАНИЯ" ТРУБ

8. Заряд торпеды ТДШ составляют из различного числа ниток детонирующего шнура, связывая их в пучок. Заряд торпеды должен гарантировать сохранность труб при взрыве и в то же время обеспечивать заданный эффект.

Величину заряда торпеды ТДШ (число ниток детонирующего шнура марки ДШВ) определяют по номограммам рис. 9-11. Полученная по номограммам величина заряда гарантирует сохранность трубы при взрыве. Трещины в стальных трубах появляются при увеличении заряда в 4 раза, а в трубах из алюминиевого сплава Д16Т - в 3 раза.

Пересчет числа ниток ДШВ *n* на число ниток детонирующего шнура другой марки производят по формуле

$$n_1 = 13n/\gamma_1,$$

где n_1 , γ_1 — соответственно число ниток и линейная плотность ВВ детонирующего шнура другой марки из того же ВВ.

Пример 1. Требуется определить число ниток ДШВ n при торпедировании торпедой ТДН бурильных труб диаметром $d_{\text{тр}} = 114$ мм и толщиной стенки $\delta = 10$ мм при гидростатическом давлении $p = 40$ МПа.

На номограмме рис. 9 соединяем линейкой точки со значениями 40 МПа и 10 мм на соответствующих шкалах. Полученную засечку на вспомогательной шкале соединяем прямой с точкой, соответствующей 114 мм на шкале $d_{\text{тр}}$. В месте пересечения этой прямой со шкалой n получаем значение 3,9. Следовательно, для данного случая нужны четыре нитки ДШВ.

Пример 2. Требуется определить число ниток ДШВ n при торпедировании торпедой ТДШ легкосплавных бурильных труб с $d_{\text{тр}} = 129$ мм и $\delta = 11$ мм, изготовленных из алюминиевого сплава Д16Т. Гидростатическое давление $p = 60$ МПа.

На номограмме рис. 10 соединяем линейкой точки со значениями 60 МПа и 11 мм на соответствующих шкалах. Полученную засечку на вспомогательной шкале соединяем прямой с точкой, соответствующей 129 мм на шкале $d_{\text{тр}}$. В месте пересечения этой прямой со шкалой n получаем значение 2,5. Поскольку заряд для данного случая может быть увеличен в 3 раза, принимаем для первого торпедирования три нитки ДШВ.

Пример 3. Требуется определить величину заряда γ для торпедирования торпедой ТДШ утяжеленной бурильной трубы диаметром 120 мм и толщиной стенки 28 мм при гидростатическом давлении 50 МПа.

На номограмме рис. 11 соединяем линейкой точки со значениями 120 и 28 мм на соответствующих шкалах. Полученную засечку на вспомогательной шкале соединяем прямой с точкой, соответствующей 50 МПа на шкале p . В месте пересечения этой прямой со шкалой γ получаем значение 100 г/м.

При выборе величины заряда торпеды следует также учитывать свойства промывочной жидкости. Заряд рекомендуется увеличить в s раз. Значения коэффициента s , учитывающего свойства среды, приведены в табл. 6¹.

Следует помнить, что при повторном взрыве в той же зоне зарядом такой же величины происходит удвоение деформации, а при значении относительной остаточной деформации 0,04 может произойти нарушение сплошности трубы с образованием трещин.

Длина торпеды для отвинчивания выбирается такой, чтобы гарантировать установку заряда по крайней мере против одного резьбового соединения. При использовании локатора муфт длина торпеды может быть равной 1–2 м. Если торпеду применяют для "встрягивания", то длину ее выбирают в соответствии с зонами прихвата, но с таким расчетом, чтобы общая масса заряда не превышала 5 кг.

¹ По данным Азербайджанского отделения ВНИИГеофизики.

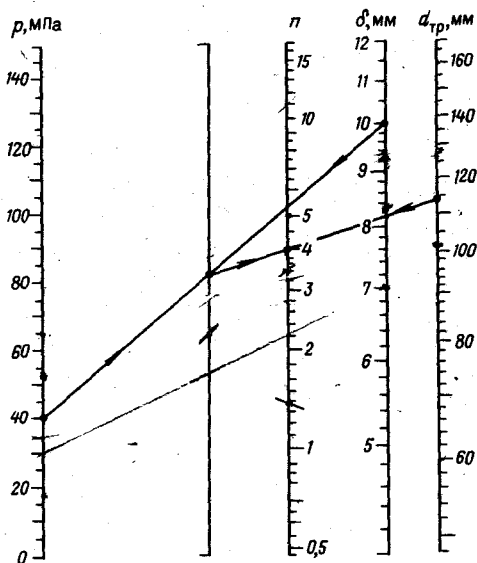


Рис. 9. Номограмма для определения заряда торпеды ТДС при ликвидации прихватов стальных буровых труб

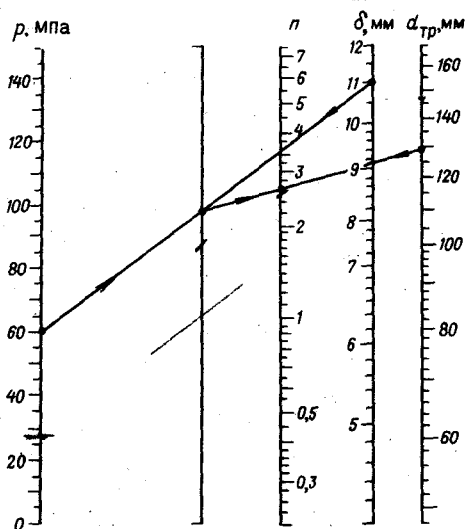


Рис. 10. Номограмма для определения заряда торпеды ТДС при ликвидации прихватов труб из алюминиевого сплава Д16Т

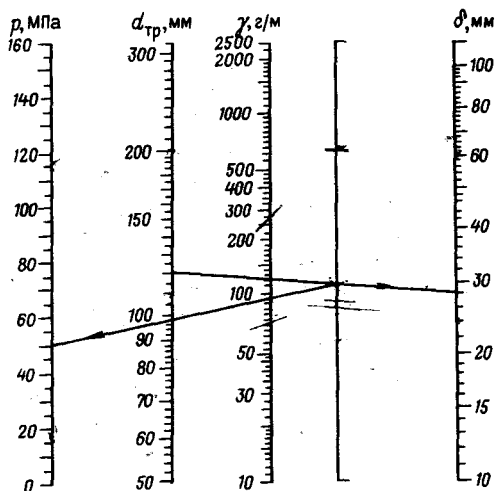


Рис. 11. Номограмма для определения заряда торпеды ТДШ при ликвидации прихватов утяжеленных бурильных труб

Таблица 6

Значение коэффициента c в зависимости от свойств среды

Промывочная жидкость	Плотность, г/см^3	Вязкость по СПВ-5, c	c
Вода	1	—	1
Промывочная жидкость:			
необработанная	1,26	До 60	1,1
обработанная и утяжеленная	1,5	До 100	1,2
" " то же	1,5	200	1,25
" " "	2	До 100	1,25
" " "	2	200	1,4

ТОРПЕДЫ ДЛЯ ОБРЫВА ТРУБ

9. Диаметр заряда торпеды ТШТ из флегматизированного гексогена или состава ГФГ-2 (плотность $1,6 \text{ г/см}^3$) при длине заряда не менее четырех внутренних диаметров трубы определяют по номограммам рис. 12–15. Для пересчета полученного диаметра на диаметр заряда из составов ГНДС или НТФА необходимо полученное по номограммам значение умножить на 1,2.

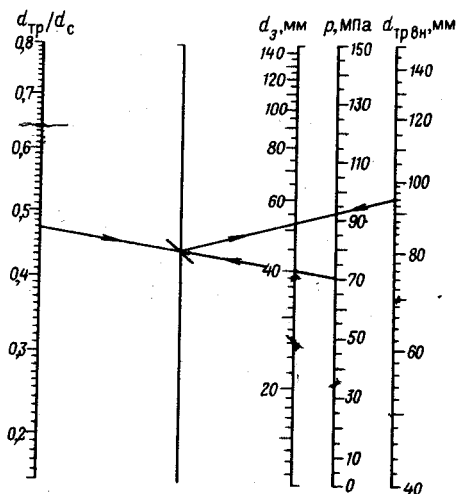


Рис. 12. Номограмма для определения диаметра заряда торпеды ТШТ для обрыва стальных бурильных труб в интервале, не закрепленном обсадными трубами

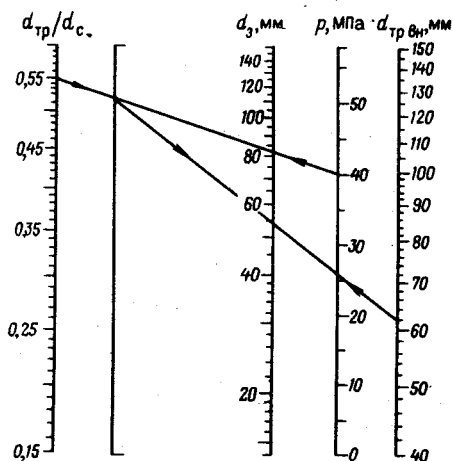


Рис. 13. Номограмма для определения диаметра заряда торпеды ТШТ для обрыва стальных бурильных труб в интервале, закрепленном обсадными трубами

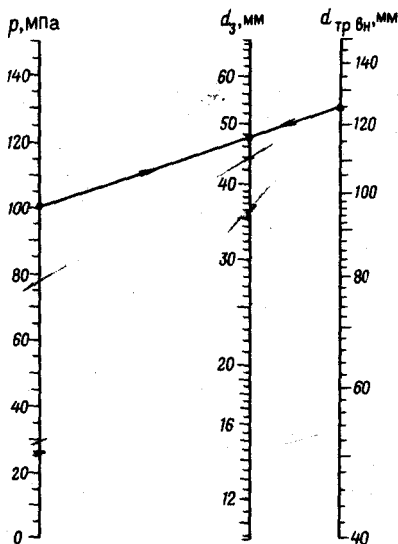


Рис. 14. Номограмма для определения диаметра заряда торпеды ТШГ для обрыва бурильных труб из алюминиевого сплава Д16Т

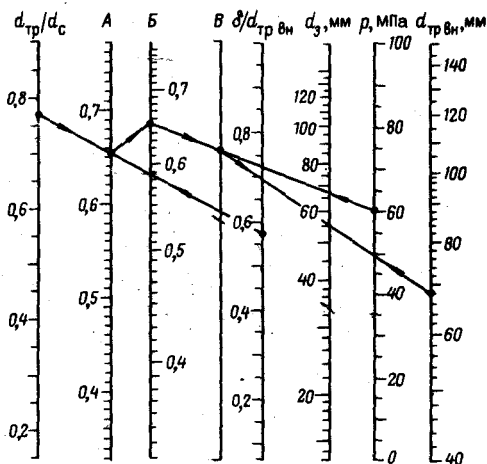


Рис. 15. Номограмма для определения диаметра заряда торпеды ТШГ для обрыва утяжеленных бурильных труб

Диаметр заряда для разъединения бурильных труб в замковом соединении в 1,5, а муфтовом в 1,75 раза меньше, чем для обрыва труб. При этом извлечение труб облегчается, так как резьбовая часть почти не образует "паука".

Пример 1. Требуется определить диаметр заряда d_3 торпеды ТШТ для обрыва стальных бурильных труб диаметром 114 мм и толщиной стенки 10 мм при гидростатическом давлении 70 МПа в скважине диаметром $d_c = 243$ мм.

На номограмме рис. 12 соединяем линейкой точки со значениями $d_{тр}/d_c = 0,47$ и $p = 70$ МПа. Полученную засечку на вспомогательной шкале соединяем с точкой на соответствующей шкале со значением внутреннего диаметра трубы $d_{тр\ вн}$ равного 94 мм. В месте пересечения этой прямой со шкалой d_3 получим значение 51–52 мм. В данном случае может быть использована торпеда ТШТ 50/55, возможности которой по обрыву бурильных труб с $d_{тр} = 114$ мм в указанных условиях являются предельными, т.е. при большем гидростатическом давлении обрыва труб может не быть.

Пример 2. Требуется определить диаметр заряда торпеды ТШТ для обрыва прихваченных насосно-компрессорных труб диаметром 73 мм и толщиной стенки 5,5 мм в интервале с гидростатическим давлением 40 МПа, закрепленным обсадными трубами внутренним диаметром 132 мм.

Аналогичным предыдущему построением по номограмме рис. 13 определяем, что требуемая величина заряда должна быть в пределах 54–55 мм, т.е. даже применение торпеды ТШТ 50/55 не может гарантировать обрыв указанных труб в закрепленном интервале. Этот пример совместно с предыдущим показывает сильное влияние обсадных труб на выбор величины заряда.

Пример 3. Требуется определить диаметр заряда торпеды ТШТ для обрыва прихваченных легкосплавных бурильных труб диаметром 147 мм и толщиной стенки 11 мм, изготовленных из алюминиевого сплава Д16Т. Гидростатическое давление в интервале торпедирования $p = 100$ МПа.

На номограмме рис. 14 соединяем линейкой точки со значениями $p = 100$ МПа и $d_{тр\ вн} = 125$ мм и в точке пересечения этой прямой со шкалой d_3 получаем 47 мм. Для этого случая выбирается торпеда ТШТ 50/55.

Пример 4. Требуется определить диаметр заряда торпеды ТШТ для обрыва утяжеленной бурильной трубы наружным диаметром 146 мм и внутренним – 68 мм в скважине диаметром 190 мм при гидростатическом давлении 60 МПа. Для данного случая имеем $d_{тр}/d_c = 0,77$, $\delta/d_{тр\ вн} = 0,57$.

На номограмме рис. 15 соединяем линейкой точки на соответствующих шкалах с указанными значениями $d_{тр}/d_c$ и $\delta/d_{тр\ вн}$. Получаем некоторое вспомогательное число на шкале А, которое переносим на шкалу В. Полученную точку шкалы В соединяем прямой с точкой со значением 60 МПа на соответствующей шкале. Точку пересечения этой прямой со шкалой В соединяем с точкой со значением 68 мм на шкале $d_{тр\ вн}$ и в точке пересечения со шкалой d_3 получаем требуемый диаметр заряда 55 мм. По условиям проходимости в данном случае может быть использована только торпеда ТШТ 50/55, заряд которой диаметром 50 мм в наших условиях не может гарантировать обрыв утяжеленной бурильной

трубы. Наиболее эффективным в данном случае является торпедирование в резьбовом соединении утяжеленной бурильной трубы.

С помощью обратного построения при заданных значениях диаметра заряда и отношения диаметра трубы к диаметру скважины определяем, при какой максимальной величине гидростатического давления можно рассчитывать на обрыв трубы.

КУМУЛЯТИВНЫЕ ТРУБОРЕЗЫ

10. Ввиду того, что плотность и скорость плоской кольцевой кумулятивной струи, образующейся при детонации заряда трубореза, при радиальном расширении уменьшаются, пробивная способность ее быстро падает с увеличением зазора между корпусом трубореза и внутренним диаметром трубы. Поэтому кумулятивный труборез ТРК не может быть применен в бурильных трубах с внутрь высаженными концами. Выбор типоразмера ТРК в зависимости от вида и размера труб производят в соответствии с табл. 5.

Небольшие заряды ВВ труборезов позволяют сохранить без серьезных повреждений внешнюю зацементированную обсадную колонну в том случае, когда труборез используется для перерезания находящихся внутри них труб, например насосно-компрессорных. Ровный срез труб облегчает последующие работы по извлечению оставшейся в скважине части труб на дневную поверхность.

V. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАБОТ ПО ЛИКВИДАЦИИ ПРИХВАТОВ ТРУБ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЫ ПРИХВАТА

11. Верхнюю границу прихвата трубы рекомендуется определять прихватаопределителями (например, типа ПО конструкции Азербайджанского отделения ВНИИГеофизики). Принцип действия прихватаопределителя типа ПО основан на свойстве ферромагнитных материалов размагничиваться при деформации. Намагниченные участки труб в интервале, расположенном выше зоны прихвата, размагничиваются в результате упругой деформации труб при приложении к ним растягивающих усилий или вращающего момента, и на кривой магнитной индукции магнитные метки исчезают или уменьшаются по амплитуде. В зону прихвата деформация не передается и магнитные метки остаются неизменными. Порядок проведения работ с прибором дается в соответствующих инструкциях.

При отсутствии приборов верхнюю границу прихвата трубы ориентировочно определяют по упругому удлинению ее свободной части, пользуясь для этого известными формулами [2].

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПРИХВАТА ТРУБ

Подготовительные работы

12. Перед проведением работ по ликвидации прихвата труб необходимо:

а) наметить место установки торпеды с учетом результатов определения верхней границы прихвата и конкретных условий в скважине. Как правило, например, нецелесообразно проводить отвинчивание в зоне каверн, так как это может усложнить последующие работы по ликвидации аварий. Могут быть и другие причины, по которым место установки торпеды выбирается не на границе зоны прихвата, а несколько выше;

б) проверить исправность бурового оборудования, талевого системы, элеватора, роторной цепи, ротора, стопорного устройства, клиновых захватов;

в) закрепить резьбовые соединения труб;

г) провести шаблонирование скважин (шаблон должен иметь диаметр и длину, а по возможности и конфигурацию, аналогичные таковым у применяемой торпеды);

д) подготовить скважину к выполнению в ней взрывных работ в соответствии с требованиями, изложенными в "Единых правилах безопасности при взрывных работах" [1], утвержденных Госгортехнадзором СССР 28/III 1967, "Правилах безопасности при геологоразведочных работах" [4], утвержденных Госгортехнадзором СССР 29/III 1979, и "Правилах безопасности в нефтегазодобывающей промышленности" [3], утвержденных Госгортехнадзором СССР 31/I 1974.

Отвинчивание труб

13. При отвинчивании труб после подготовительных работ необходимо выполнять следующие операции:

а) собрать торпеду (заряд монтировать на отдельной "косе" — отрезке кабеля или троса), подсоединить ее к кабелю, пропущенному через подвесной блок-баланс, опустить в скважину и установить в намеченном интервале против резьбового соединения прихваченных труб;

б) разгрузить резьбовое соединение, намеченное для отвинчивания, от веса верхней части труб; натянутые трубы посадить на трубные клинья. Трубные клинья связать между собой и надежно прикрепить к трубе;

в) приложить к трубам обратный вращающий момент (против часовой стрелки для труб с правой резьбой), равный $1/3$, но не более $1/2$ от закручивающего момента, и застопорить ротор. Необходимое число оборотов ротора m в зависимости от диаметра и длины свободной части трубы l определить по графику рис. 16;

г) произвести взрыв торпеды;

д) освободить ротор от стопа, поднять из скважины кабель с остовом торпеды;

е) при необходимости произвести полное отвинчивание труб.

14. При проведении последовательного отвинчивания выполняют следующие дополнительные операции:

а) промывают затрубное пространство через разъединенную колонну труб без ее подъема или, если не удастся продавить раствор, с подъемом одной или нескольких труб;

б) колонну свинчивают;

в) снова определяют верхнюю зону прихвата;

г) проводят все операции по отвинчиванию на глубине, где прибором определена новая верхняя граница зоны прихвата;

д) после разъединения колонны труб на новой глубине все операции повторяют (промывку, отвинчивание, определение верхней зоны прихвата и новое отвинчивание на большей глубине до тех пор, пока не будут освобождены все трубы или большая их часть); если при проведении работ с прихватопределителем существует опасность увеличения зоны прихвата за счет прижатия труб перепадом гидростатического давления, то необходимо периодически проводить расхаживание труб;

е) работы по отвинчиванию могут проводиться в комплексе с обуриванием прихваченных труб.

“Встряхивание” труб

15. При проведении “встряхивания” труб после подготовительных работ необходимо выполнять следующие операции:

а) собрать торпеду (заряд монтировать на отдельной “косе” — отрезке кабеля или троса), подсоединить ее к кабелю, пропущенному через подвесной блок-баланс, опустить в скважину и установить в назначенном интервале против всей зоны прихвата (или над долотом при его заклинивании);

б) произвести натяжку труб максимально допустимым усилием. Можно приложить и “пружину” в сторону затяжки резьбы. Натянутые трубы посадить на трубные клинья. Трубные клинья связать между собой и надежно прикрепить к трубе;

в) произвести взрыв торпеды;

г) поднять из скважины кабель с остовом торпеды;

д) поднять колонну труб, иногда после расхаживания.

Обрыв труб

16. При ведении работ по обрыву труб после подготовительных работ необходимо выполнять следующие операции:

а) собрать торпеду (кумулятивный труборез), подсоединить ее к кабелю, пропущенному через подвесной блок-баланс, опустить в скважину и установить в заданном интервале (желательно против резьбового соединения труб);

б) произвести натяжку труб максимально допустимым усилием. Натянутые трубы посадить на трубные клинья. Трубные клинья связать между собой и надежно прикрепить к трубе;

в) произвести взрыв торпеды (кумулятивного трубореза);

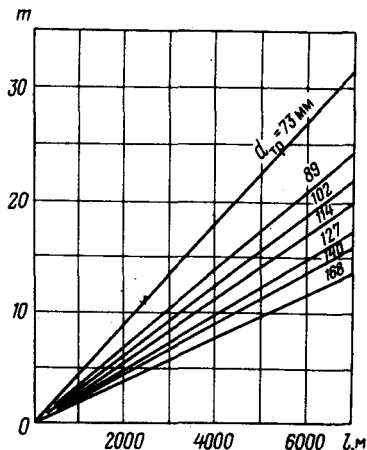


Рис. 16. График для определения числа оборотов ротора при обратном вращении

г) поднять из скважины кабель с грузом торпеды (кумулятивного трубореза);

д) поднять колонну труб, иногда после расхаживания.

VI. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

17. Буровая бригада выполняет работы с соблюдением "Правил безопасности при геологоразведочных работах" [4] и "Правил безопасности в нефтегазодобывающей промышленности" [3].

Взрывные работы на скважине выполняют с соблюдением "Единых правил безопасности при взрывных работах" [1].

Буровая бригада и геофизическая партия должны быть ознакомлены с характером выполняемых работ, а лица, не связанные с этими работами, удалены на безопасное расстояние.

Работы по ликвидации аварии должны производиться по плану, согласованному между руководством организации, которой принадлежит скважина, и геофизического предприятия.

Подготовленность скважины к геофизическим работам оформляется актом по установленной форме, который вручается начальнику геофизической партии перед началом работ. Все работы, за исключением взрывных, проводятся персоналом организации, в ведении которой находится скважина.

Перед расхаживанием труб необходимо проверить исправность вышки, талевой системы, тормоза лебедки, индикатора массы. Рабочие, за исключением работающих у пульта управления, должны быть удалены на безопасное расстояние. Не допускается расхаживание труб при нагрузках, превышающих грузоподъемность вышки и талевой системы.

Перед установкой труб на трубные клинья необходимо проверить их исправность, соответствие их размерам труб. Необходимо, чтобы натянутые и посаженные на трубные клинья трубы не могли сместиться относительно стола ротора. Конструкция клинкового захвата должна обеспечивать надежный захват труб без деформирования их поверхности. Пневматический клинковый захват должен иметь устройство (фиксатор), предотвращающее самопроизвольное перемещение клиньев.

Перед проворачиванием ротора с заклиненными в нем трубами в обратную сторону необходимо проверить исправность стопорного устройства, роторной цепи и ротора, а также надежность связки клиньев между собой и привязки их к трубам.

Запрещается делать натяжку и вращение труб в обратную сторону и "пружину" до окончания работ по подвеске блок-баланса, подсоединению торпеды к кабелю и спуску ее в скважину.

При присоединении торпеды к кабелю и установке взрывного патрона на месте работ должны присутствовать только лица, непосредственно выполняющие эти работы. Перед присоединением торпеды к кабелю последний должен быть проверен на отсутствие тока.

Присоединение взрывного патрона к шнуровой торпедке и каротажному кабелю или присоединение торпед ТШ84, ТШТ и кумулятивных труборезов ТРК с установленным в них взрывным патроном к каротажному кабелю следует производить непосредственно перед спуском торпеды в

скважину. Запрещается применение торпеды или кумулятивного трубо-
реза в скважинах с температурой, превышающей допустимую.

В случае отказа торпеды или кумулятивного трубо-
реза необходимо освободить ротор от стопора, снять растягивающие усилия с соблюдением
необходимых мер предосторожности, после этого приступить к подъему
торпед.

При работах в высокотемпературных скважинах изделие, поднимае-
мое из скважины, должно выдерживаться для охлаждения в 50 м от устья
скважины не менее 30 мин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Единые правила безопасности при взрывных работах*. М., Недра, 1976.
2. *Инструкция по борьбе с прикатами колонн труб при бурении скважин*. М., Недра, 1976.
3. *Правила безопасности в нефтегазодобывающей промышленности*. М., Недра, 1975.
4. *Правила безопасности при геологоразведочных работах*. М., Недра, 1979.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Введение	4
I. Аппаратура	5
Торпеды для отвинчивания и "встряхиивания" труб	5
Торпеды для обрыва труб	5
Кумулятивные труборезы	5
II. Выбор взрывного способа ликвидации прихвата	14
III. Особенности работ по ликвидации прихватов в скважинах с высокими гидростатическими давлениями и температурами	14
IV. Выбор заряда торпед	16
Торпеды для отвинчивания и "встряхиивания" труб	16
Торпеды для обрыва труб	19
Кумулятивные труборезы	23
V. Последовательность работ по ликвидации прихватов труб	23
Определение верхней границы прихвата	23
Порядок проведения работ при ликвидации прихвата труб	23
Подготовительные работы	23
Отвинчивание труб	24
"Встряхиивание" труб	25
Обрыв труб	25
VI. Техника безопасности	26
Список литературы	28

**Инструкция по освобождению
прихваченных труб в скважинах взрывом**

Редактор издательства *В.Н. Зверева*
Обложка художника *В.У. Полякова*
Художественный редактор *В.В. Шутько*
Технический редактор *О.А. Колотвина*
Корректор *М.П. Курылева*
Оператор *О.В. Фомченкова*

Н/К

Подписано в печать 22.10.81. Формат 84x108 1/32 Бумага офсетная № 2.
Набор выполнен на наборно-пишущей машине типа ИБМ "Композер".
Печать офсетная. Усл.печ.л. 1,68 Усл.кр.-отт. 1,78.
Уч.-изд. л. 1,8. Тираж 4000 экз. Заказ 404./12527-3. Цена 10 коп.

Заказное

Ордена "Знак Почета" издательство "Недра", 103633, Москва, К-12,
Третьяковский проезд, 1/19

Тульская типография Союзполиграфпрома при
Государственном комитете СССР по делам изда-
тельств, полиграфии и книжной торговли, г. Тула,
проспект Ленина, 109.