

На правах рукописи

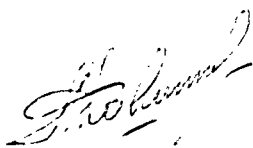
РГБ ОД

ЯКОВЕНКО НИКОЛАЙ АНДРЕЕВИЧ

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ
ПРОФИЛАКТИКЕ И ЛИКВИДАЦИИ ОТКРЫТЫХ
ГАЗОВЫХ ФОНТАНОВ**

05.26.04 - Промышленная безопасность

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой
степени кандидата технических наук



Москва, 2000 г.

Работа выполнена в ООО «Газобезопасность» открытого акционерного общества «Газпром» и в Российском государственном университете нефти и газа им. И.М. Губкина.

Научные руководители: доктор технических наук,
профессор Б.Е. Прусенко
кандидат технических наук
Г.Л. Гендель

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор А.В. Фомочкин
кандидат технических наук
С.Н. Горонович

Ведущая организация: ООО «Оренбурггазпром»
(г. Оренбург)

Защита диссертации состоится «26» декабря 2000 года в 15 час на заседании специализированного Совета К 053.27.11 п. Российском государственном университете нефти и газа им И.М. Губкина по адресу:

117917, ГСП-1, Москва, Ленинский проспект, 65.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина.

Автореферат разослан "24" ноября 2000 года.

Ученый секретарь
диссертационного Совета,
кандидат химических наук, доцент



Е.В. Глебова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Высокая токсичность и взрывопожароопасность природного сырья определяют повышенный уровень техногенных рисков при разработке сероводородсодержащих нефтяных и газовых месторождений для персонала, населения и окружающей природной среды.

Так, при открытом нефтегазовом фонтане на одной из разведочных скважин Тенгизского нефтяного месторождения, реальная опасность для экологической системы Прикаспия сложилась на территории более 600 км², при этом угроза опасного загрязнения атмосферы потребовала эвакуации людей из зоны, радиусом более 10 км.

Аварийный фонтан на скважине № 427 Карачаганакского нефтегазоконденсатного месторождения привел к загрязнению поверхностного слоя почвы сероводородсодержащими жидкими углеводородами на территории более 30 га, а также загрязнению приповерхностных водонесущих горизонтов. Неправильный выброс на одной из скважин Оренбургского газоконденсатного месторождения (ГКМ) через неплотности устьевой арматуры привел к необходимости массового временного отвода населения, подобный выброс на Астраханском ГКМ, где содержание сероводорода в пластовом флюиде достигает 25% (объемн.), привел к групповому несчастному случаю со смертельным исходом.

Результаты прогнозных расчетов показывают, что открытое фонтанирование скважин на сероводородсодержащих месторождениях нефти и газа, таких как Астраханское, Тенгизское и ряд других, может создать реальную угрозу здоровью более десяти тысячам человек и состоянию экологических систем целых регионов.

Накопленный производственный опыт и результаты выполненных научных исследований свидетельствуют о том, что проблемы защиты персонала и населения могут быть решены путем эффективного управления техногенными рисками, включающего превентивные мероприятия, направленные на предотвращение и локализацию возможных открытых газовых фонтанов, а также эффективные технические, технологические и организационные мероприятия и средства, обеспечивающие их оперативную ликвидацию и защиту от их последствий.

Развитие проблематики эффективного управления рисками при строительстве и эксплуатации скважин на сероводородсодержащих месторождениях нефти и газа в нашей стране связано с именами таких ученых как, А.И. Ищенко, В. А. Легасов, А.Н. Елохин, В.М. Поляков, А.В. Измалков, П.В. Цын, Г.А.. Одишария, Б.Е. Прусенко, А.И. Попов, О.Н. Русак, В.С. Сафонов, В.Д. Щугорев и др. Однако, ввиду относительной новизны этой проблемы, ряд ее аспектов требует дополнительного развития в отечественной науке реализации в промышленности, что и явилось объектом исследований автора.

Цель работы. Разработка и апробация новых методов и технических средств обеспечения промышленной безопасности, направленных на эффективную защиту персонала, населения и окружающей природной среды при профилактике и ликвидации открытых газовых фонтанов.

Основные задачи исследования. Для достижения поставленной цели были сформулированы и решены следующие основные задачи:

- анализ эффективности методов и технических средств, направленных на предупреждение и ликвидацию открытых газовых фонтанов, а также возможных направлений повышения их эффективности с учетом всего комплекса апробированных организационных и технических решений, а также достигнутого научно-технического уровня;

- исследование уровней опасных производственных факторов при ликвидации открытых газовых фонтанов, в том числе в условиях горения сероводородсодержащих пластовых флюидов, на основе количественных критериев опасности;

- выбор эффективных средств индивидуальной защиты персонала от воздействия сероводородсодержащих пластовых флюидов и опасных производственных факторов, обусловленных горением выброса сероводородсодержащих газов;

- разработка и внедрение эффективных технических средств для профилактики и ликвидации открытых газовых фонтанов, связанных с выбросом сероводорода и других вредных веществ в атмосферу.

Основные методы исследований. Для решения сформулированных задач, в работе использованы методы математического моделирования, модельных и натурных исследований для оценки физико-химических параметров опасных аварийных факторов, прогнозирования зон их распространения и уровней воздействия на население и промышленный персонал, эвристические методы решения изобретательских задач, а также инженерно-экономические методы оценки эффективности мероприятий, направленные на повышение уровня промышленной безопасности производства.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций обеспечены современными методами и средствами исследований, использованием стандартизованных методических и программно-технических средств, а также подтверждением теоретических положений и результатов натурных экспериментальных исследований и данными промышленной апробации, включая результаты внедрения новых методов и технических средств обеспечения промышленной безопасности при строительстве эксплуатации скважин на Оренбургском, Карачаганакском, Астраханском других месторождениях.

Научная новизна. На основе результатов анализа отечественного и мирового опыта и исследований автора представлена классификация открытых фонтанов и газонефтеводопроявлений, обоснована количественная оценка значимых причин их формирования и проявления.

На основе количественных критериев опасности установлено, что применительно к сероводородсодержащим месторождениям размеры зоны рас

пространения опасных производственных факторов при открытом фонтанировании скважин определяются уровнем загрязнения приземного слоя воздуха сероводородом и сопутствующими вредными веществами.

В результате выполненных полигонных и натуральных исследований установлены количественные значения уровней опасных производственных факторов в ближней зоне открытого газового фонтана с горением пластового флюида. Выявлено, что наибольшую опасность в этих условиях представляют повышенные уровни теплового излучения, обуславливающие возможность нагрева облучаемых поверхностей до высоких температур, а также повышенный уровень шума.

На основе оценки эффективности методов и средств защиты от опасных производственных факторов научно обоснован алгоритм принятия организационных решений, направленных на обеспечение безопасности персонала и населения при возможных газонефтеводопроявлениях и открытых фонтанах на скважинах.

Впервые представлен законченный комплекс требований к выбору средств индивидуальной защиты персонала при ликвидации горящего выброса на скважине. Предложены принципы системного подхода к выбору эффективных технических средств для предупреждения возникновения и ликвидации открытых газовых фонтанов.

Практическая ценность и реализация результатов работы. Выполненные теоретические исследования и практические результаты работы реализованы в виде:

- методических рекомендаций по обеспечению промышленной безопасности при профилактике и ликвидации открытых фонтанов на месторождениях сероводородсодержащих газов, разработанных и апробированных на примере Астраханского, а также Оренбургского и Карачаганакского сероводородсодержащих месторождений нефти и газа;
- обоснованных технических требований к средствам индивидуальной защиты персонала при профилактике и ликвидации аварийных ситуаций на скважинах, связанных с загрязнением атмосферного воздуха сероводородом и другими вредными веществами, а также с воздействием опасных производственных факторов, обусловленных горением пластовых флюидов;
- разработанных и внедренных новых технических средств для предупреждения возникновения и ликвидации открытых газовых фонтанов;
- требований, введенных в нормативные правовые акты Федеральных органов исполнительной власти, включая "Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности", "Инструкцию по безопасному ведению работ при разведке и разработке нефтяных и газовых месторождений с высоким содержанием сероводорода", "Инструкцию по организации и методике проведения профилактической работы по предупреждению возникновения газонефтеводопроявлений, аварийных выбросов, открытых газовых и нефтяных фонтанов на объектах ОАО "Газпром", "Инструкцию по предупреждению и ликвидации газонефтеводопроявлений при строительстве и ремонте скважин" и др.

Апробация работы. Основные научные положения и практические результаты работы доложены и рекомендованы к использованию в промышленной практике на научно-технических конференциях и симпозиумах включая Международный конгресс "Защита 98" (Москва, РГУ нефти и газ им И.М. Губкина 1998 г.), 3-ю научно - техническую конференцию "Актуальные проблемы состояния и развития нефтегазового комплекса России (Москва, 1999 г.).

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 144 страницах машинописного текста и состоит из введения, 4-х глав, выводов, приложения и содержит 18 рисунков, 26 таблиц, список использованной литературы из 113 наименований.

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано в открытой печати 16 научных трудов, получено шесть патентов России.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, определен цель и сформулированы основные задачи исследований.

В первой главе на основе исследования известного отечественного и за рубежом опыта обеспечения промышленной безопасности при профилактике и ликвидации газонефтеводопроявлений (ГНВП) и открытых газовых фонтанов, а также анализа источников научно-технической информации обоснованы направления и основные методы исследований.

Выявлено, что для месторождений с высоким содержанием сероводорода и других вредных и агрессивных веществ в пластовых флюидах применение традиционных методов и технических средств профилактики и ликвидации ГНВП и открытых газовых фонтанов не позволяет исключить воздействие опасных аварийных факторов на промышленный персонал и население. Показано, что в этих условиях общественно приемлемый уровень техногенных рисков, определяемый как вероятностью возникновения возможных аварий, так и тяжестью их социальных, экологических и имущественных ущербов, может быть достигнут на основе системного подхода к выбору эффективных методов обеспечения промышленной безопасности.

Представлен анализ эффективности и области применения известных и апробированных в промышленной практике методов и технических средств предупреждения возникновения и ликвидации открытых фонтанов на сероводородсодержащих месторождениях нефти и газа, а также возможных направлений их совершенствования.

Выполнен анализ основных видов опасностей при ликвидации открытых газовых фонтанов. На основе количественных критериев опасности установлено, что применительно к сероводородсодержащим месторождениям размеры зоны распространения опасных производственных факторов определяют уровень загрязнения приземного слоя воздуха сероводородом и сопутствующими вредными веществами.

Установлено, что эффективным методом защиты персонала, населения и

окружающей природной среды является зажигание выброса и поддержание его устойчивого горения на весь период аварийных работ, обеспечивающее снижение приземных концентраций вредных веществ вследствие их конвекционного подъема и рассеивания в атмосфере.

Выявлено, что практическое применение данного метода связано с проявлением целого ряда дополнительных опасных факторов, таких как температурные воздействия, интенсивные тепловые потоки, повышенный уровень шума, а также экстремальные параметры микроклимата. Показано, что достоверное прогнозирование и эффективная защита от указанных производственных опасностей требуют как дополнительных исследований, так и новых научно - технических решений.

Вторая глава посвящена исследованию уровней опасных производственных факторов в ближней зоне открытого газового фонтана.

Инструментальные исследования уровней опасных производственных факторов проводили на полигоне Оренбургского ГКМ с имитацией горящего газового фонтана дебитом до 10 млн. м³/сут., а также в период открытого фонтанирования скв. № 321 Карачаганакского НГКМ в условиях горения пластового флюида. Во всех сериях инструментальных исследований замеряли освещенность, создаваемую светом пламени горящего газового фонтана, показатели микроклимата (температура воздуха, влажность воздуха, скорость ветра, температура поверхности почвы, разрежение воздуха вблизи устья фонтана), яркостную температуру пламени, интенсивность (поверхностную плотность) тепловых потоков, геометрические размеры пламени. Измерения выполнялись преимущественно с применением стандартизованного оборудования и методов исследований, рекомендуемых для санитарно-гигиенической оценки условий труда на промышленных предприятиях.

На основе анализа результатов выполненных полигонных и натуральных исследований установлены количественные значения уровней опасных производственных факторов в ближней зоне открытого газового фонтана с горением пластового флюида.

Выявлено, что наибольшую опасность в этих условиях представляют повышенные уровни теплового излучения (табл. 1), обуславливающие возможность нагрева облучаемых поверхностей до высоких температур (табл. 2), а также повышенный уровень шума, опасно приближающийся к болевому порогу (табл.3).

На основе статистической обработки результатов экспериментальных исследований уровней опасных производственных факторов, обоснованы математические модели для их оперативного прогнозирования, позволяющие обеспечить безопасное размещение оборудования, а также рациональный режим работы персонала при ликвидации открытых фонтанов в условиях горения пластового флюида. Сформирован алгоритм принятия организационных решений, направленных на обеспечение безопасности персонала в этих условиях.

Таблица
Поверхностная плотность тепловых потоков на различном удалении с
горящего газового фонтана, кВт/м²

Дебит, млн. м ³ /сут	Расстояние от устья фонтана, м						
	0	3	5	10	15	20	30
1.30	14.0	14.0	9.10	6.30	4.20	2.10	1.26
2.00	16.1	17.5	18.2	16.1	14.0	12.6	7.0
2.88	21.0	21.4	22.4	25.9	16.8	13.3	10.15
4.869	19.18	19.2	22.05	21.35	21.0	18.2	12.18
6.605	18.76	21.0	23.8	23.8	21.98	20.3	17.22
7.635	18.2	23.8	25.2	25.2	24.22	19.18	15.4
8.665	25.2	25.2	27.2	24.5	23.8	21.7	16.1
Дебит, млн. м ³ /сут	Расстояние от устья фонтана, м						
	40	50	60	70	80	90	100
1.30	0.63						
2.00	4.2	2.45	1.4	1.05			
2.88	7.0	5.25	4.2	2.8	2.59	2.45	2.31
4.869	10.5	7.35	5.81	5.25	4.2	3.5	2.8
6.605	12.39	9.8	8.61	7.0	5.6	4.9	4.2
7.635	11.9	9.1					
8.665	14.0	10.92	9.52	8.4			

Таблица
Температура, °С, поверхности почвы в зависимости
от расстояния от устья скважины и дебита выброса
(фоновая температура почвы -9°С)

Расстояние от устья, м	Дебит, млн. м ³ /сут				
	2	2.8	4.8	6.6	8.7
1	30	60	96	116	180
6	42	74	110	184	200
10	40	65	74	140	180
15	30	50	70	118	160
20	20	46	60	112	140
30	8	30	55	80	100
40	4	8	30	40	70

Таблица 3.

Результаты исследований уровней шума на скважине
(максимальные значения измеренных уровней)

№ п/п	Расстояние от устья скважины	Направление относительно ветра	Уровни звукового давления в дБ в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровень звука дБА
			31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	10	Подветренное	115	125	122	114	110	109	99	89	67	112
2	30		112	122	115	109	106	104	95	85	65	106
3	100		110	120	110	106	103	102	92	82	62	103
4	200		92	100	97	89	85	83	75	66	51	84
5	10	Боковое	114	124	118	112	108	107	96	86	64	112
6	30		109	121	112	107	104	103	93	83	62	105
7	100		103	119	107	102	99	98	88	80	60	101
8	200		89	96	92	86	82	80	72	64	49	81
9	10	Наветренное	113	123	116	110	106	105	94	84	62	112
10	30		108	120	109	103	101	100	91	81	60	102
11	100		100	112	103	100	95	94	84	77	58	98
12	200		86	93	89	83	80	78	70	62	47	78
Норма по СН 3223-85			107	96	87	82	78	75	73	71	69	80

Согласно результатам инструментальных исследований уровней загрязнения приземного слоя воздуха рабочей зоны, выполненных на скв. № 321 Карачаганакского НГКМ, при горении пластового флюида с дебитом от 0,5 до 2,5 млн. м³/сут и содержанием сероводорода около 4 % (объемн.), в рабочей зоне не обнаружено присутствия опасных или раздражающих концентраций серосоединений и других вредных веществ. В результате интенсивного конвективного подъема, продукты неполного сгорания газа обнаруживаются только в подветренной зоне в секторе ожидаемого приземления шлейфа факела (500-1000 м) в концентрациях, не превышающих ПДК рабочей зоны. Поэтому даже теоретически возможное изменение направления ветра на 180° не может создать высокий уровень загазованности воздуха рабочей зоны и не представит опасности для работающих на устье скважины. В связи с этим применение изолирующих аппаратов или других средств индивидуальной защиты органов дыхания при работах на устье в условиях устойчивого горения фонтана не представляется необходимым.

С учетом представленных результатов исследований, предложена и апробирована в реальных условиях новая технология ликвидации открытых фонтанов на сероводородсодержащих газовых месторождениях в условиях поддержания горения пластового флюида, обеспечивающая:

- исключение возможности взрыва топливовоздушных смесей, образуемых фонтанирующими пластовыми продуктами в рабочей зоне устья скважины;

- повышение безопасности работы людей в устьевой зоне и улучшение

условий их труда при наличии в фонтанирующей струе токсичных продуктов;

- уменьшение загрязнения окружающей среды;
- сокращение сроков ликвидации фонтана вследствие исключения использования технических средств пожаротушения, доставка которых в труднодоступные районы страны не всегда возможна.

В третьей главе на основе анализа результатов выполненных экспериментальных исследований и практического опыта ликвидации открытых фонтанов обоснован и сформулирован законченный комплекс требований к средствам индивидуальной защиты персонала при ликвидации горящего оборудования.

В результате проведенного анализа качества применяемых средств защиты обоснован вывод о несоответствии применяемой ранее спецодежды требованиям обеспечения безопасности персонала, вследствие чего была выявлена необходимость разработки ее новых моделей, отвечающих условиям труда работников противоданной службы и обеспечивающих защиту от

- механических воздействий (истирающих, колющих и режущих);
- общих производственных загрязнений;
- повышенных и пониженных температур (теплового излучения открытого пламени, повышенных и пониженных температур, обусловленных климатом);
- нетоксичных веществ (пыли);
- воды (водонепроницаемость);
- нефти, нефтепродуктов (сырой нефти, газового конденсата).

Определены и сформулированы требования совместного со спецодеждой применения других средств индивидуальной защиты (органов дыхания, головы, органов слуха, лица и глаз), обеспечивающего максимальную защиту работающих от воздействия опасных и вредных производственных факторов.

На основании анализа результатов выполненных исследований, автор были сформулированы требования к качеству материала для теплоотражательного костюма, приведенные в табл.4, а также требования к термостойкости и теплоизолирующему материалам, используемым для изготовления указанных костюмов.

Таблица

Технические требования к материалу теплоотражательного костюма.

Наименование показателя	Величина показателя	НТД
1	2	3
Поверхностная плотность, кг/м ² не более	0.75	ГОСТ 17073-71
Разрывная нагрузка, Н, не менее	основа уток 500 420	ГОСТ 17316-71

Продолжение таблицы 4.

1	2	3
Раздирающая нагрузка, Н, не менее	основа 60 уток 50	ГОСТ 17074-71
Удлинение при разрыве, не более:	30 основа 40 уток	ГОСТ 17316-71
Жидкость, Н, не более %	0.3	ГОСТ 8977-74
Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2\text{с}$	0	ГОСТ 8975-77
Истираемость за 2000 об., г/кВт×ч, не более	250	ГОСТ 8975-75
Водопроницаемость, $\text{см}^3/\text{см}^2\text{ч}$	непроницаем	ГОСТ 22944-78
Стойкость к прожиганию, с, не менее	20	ГОСТ 12.4.052-78
Огнестойкость, с	30	ГОСТ 15898-79
Защитная способность по сред- ней максимальной температуре необлучаемой стороны, С, не более	200	ГОСТ 12.4.074-79
Стойкость к ИК- излучению, % (потеря прочности) не более	5	ГОСТ 12.4.074-79

Исследования эффективности теплоотражательных костюмов выполнялись на специально оборудованном испытательном участке, где для имитации открытого выброса с горением газа использовали наземно расположенную гребенку - отрезок трубы длиной 2.5 м перфорированный отверстиями диаметром 10 мм, удаленными друг от друга на расстояние 200 мм. Расчетный расход газа подаваемого на сжигание через гребенку составлял 10-12 тыс. $\text{м}^3/\text{час}$.

Указанное устройство позволило имитировать рассеянный приземный газовый выброс с высотой видимого пламени до 12 - 14 м при практическом отсутствии зоны отрыва пламени, что соответствует наиболее тяжелым условиям, известным из практики аварийных работ. При этом измеренные значения температуры поверхности почвы достигали 275 С, а значения интенсивности теплового излучения при измерении в горизонтальной плоскости достигали 56 $\text{кВт}/\text{м}^2$.

В процессе испытаний персонал в теплозащитных экранирующих костюмах подвергался стандартной нагрузке средней тяжести при типовом режиме выполнения аварийных работ - две последовательные нагрузки по 15 мин. с перерывом 15 мин.

На основе анализа результатов выполненных полигонных исследований в условиях экстремальных уровней опасных производственных факторов проведена оценка эффективности защитных теплоотражательных костюмов,

обоснованы и реализованы технические и организационные решения, обеспечившие их производство для нужд противобригадных формирований ОА "Газпром".

На базе результатов выполненных в лабораторных и натуральных условиях экспериментальных исследований эффективности средств индивидуальной защиты органов дыхания персонала при ликвидации открытых фонтанов сероводородсодержащих газовых месторождениях без горения выбросов обоснованы требования к эластичным элементам лицевых масок газозащитных аппаратов (табл. 5), обоснован выбор эффективных средств защиты органов дыхания, приобретаемых для оснащения персонала военизированных противобригадных формирований ОАО "Газпром".

Таблица 5.

Показатели стойкости эластичных материалов к воздействию агрессивных сред

№ п/п	Наименование показателя, условия испытаний	Количественный критерий	Прочие условия испытаний
1	2	3	4
1.	Изменение геометрического размера образцов при однократной выдержке в агрессивной среде 30 минут	Не более 6 %	По ГОСТ 9.030-74 Метод А
2.	Изменение геометрического размера образцов при шестикратной выдержке по 30 минут с интервалом между выдержками по 30 минут в атмосферном воздухе после протирки тканью	Не более 10 %	По ГОСТ 9.030-74 Метод А.
3.	Остаточное изменение геометрического размера образцов после испытаний по п.2 и последующей выдержке в атмосферном воздухе 24 часа	Не более 6 %	По ГОСТ 9.030-74 Метод А.
4.	Изменение модуля эластичности образцов при однократной выдержке в агрессивной среде 30 минут	Не более 5 %	По ГОСТ 270-75 По ГОСТ 9.030-74 Метод В.
5.	Изменение модуля эластичности образцов при шестикратной выдержке по 30 минут с интервалом между выдержками по 30 минут в атмосферном воздухе после протирки тканью	Не более 10 %	По ГОСТ 270-75 По ГОСТ 9.030-74 Метод В.
6.	Изменение условной прочности при растяжении образцов при однократной выдержке в агрессивной среде 30 минут	Не более 5 %	По ГОСТ 270-75 По ГОСТ 9.030-74 Метод В.

Аналитическая часть базы данных позволяет осуществлять поиск аналогов и прецедентов среди имевших место аварий, получать сведения о применяемых для их ликвидации технологиях и технических средствах, а также о эффективности их применения. Это позволяет существенно облегчить выбор рациональных способов ликвидации аварийных ситуаций на скважинах, также определить рациональные направления совершенствования и разработки новых технических средств, отличающихся эффективностью применения и возможностью использования для ликвидации наибольшего количества видов вероятных аварий.

С учетом указанных направлений, при непосредственном участии автор разработан, изготовлен и испытан комплекс устройств, обеспечивающих сокращение трудоемкости и повышение безопасности работ как при ликвидации открытых газовых фонтанов, так и при ремонтах скважин.

В этот комплекс входят следующие устройства:

1. Гидроприводное устройство для отрезания обсадных колонн на фонтанирующей скважине при подготовке устья к наведению противовыбросового оборудования.

2. Устройство для нарезания резьбы на обсадной колонне на устье скважин с ручным приводом.

3. Гидроприводное устройство для нарезания конических резьб на обсадной колонне на устье скважины.

4. Устройство для дистанционного наведения противовыбросового оборудования на устье скважин в условиях открытого фонтана.

5. Устройство подъемно-транспортное для дистанционного проведения комплекса работ на устье фонтанирующей скважины.

6. Устройство для смены задвижек фонтанной арматуры под давлением.

7. Головка колонная клиновья самоуплотняющаяся.

8. Пакер опрессовочный.

9. Пакер устьевой.

10. Устройство для смены задвижек скважины под давлением.

Ниже приводятся описания и схемы конструкций некоторых из этих устройств.

На рис. 2 представлены схема и спецификация узлов и деталей гидроприводного устройства для нарезания конических резьб на обсадной колонне на устье скважины, состоящего из обоймы центрирующей, механизма вращения и подачи инструмента, резцедержателя.

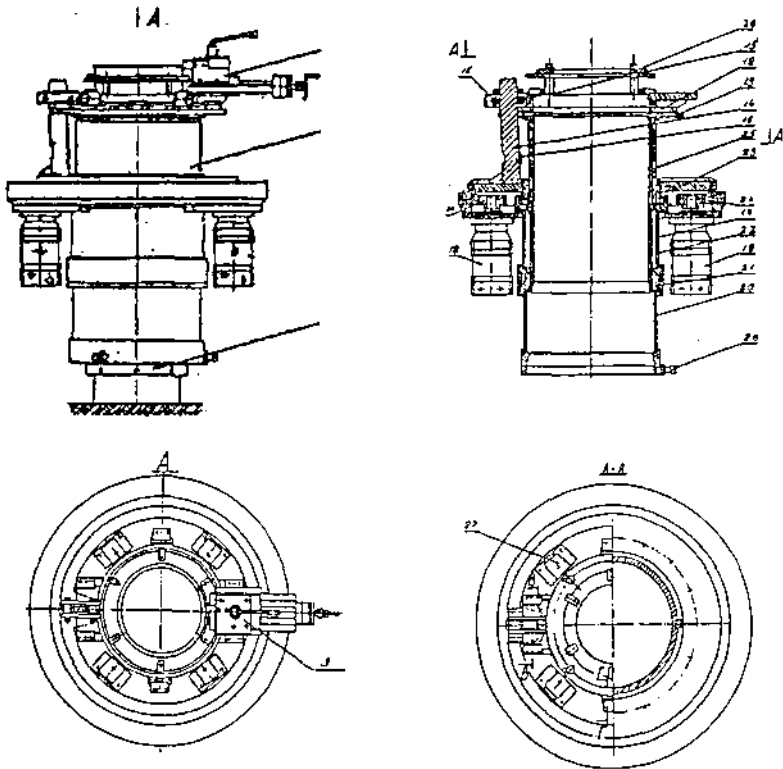


Рис.2. Устройство для нарезания резьбы на трубах на устье скважин

1-обойма центрирующая; 2-механизм подачи инструмента; 3-резцедержатель; 4-обойма; 5,6- сухари; 7-винты; 8-гайки; 9-манжета; 10- вкладыши; 11-винты; 12- салазки; 13-стол; 14- стойка; 15- ролики; 16-упор; 17-резец; 18-валы гидромоторов; 19,20-разъемные корпуса; 21-гайка; 22-винт; 23-зубчатое колесо; 24-шестерни; 25-винт; 26-стопорные винты; 27-цапфы; 28-защитный экран; 29-суппорт; 30-корпус; 31-фланец; 32-маховичок.

Как показали результаты промышленных испытаний и практического внедрения, использование устройства позволяет исключить необходимость выполнения сварочных операций на устье скважины, в результате чего резко снижается трудоемкость и повышается безопасность аварийных и ремонтных работ. Устройство может быть использовано также для нарезания резьбы на технологических трубопроводах.

На рис.3 представлена конструкция колонной клиновой самоуплотняющейся головки, предназначенной для наведения противовибросового оборудования при открытом фонтанировании газовых и нефтяных скважин в наиболее опасных случаях, связанных с отсутствием на устье штатной колонной головки или базового фланца.

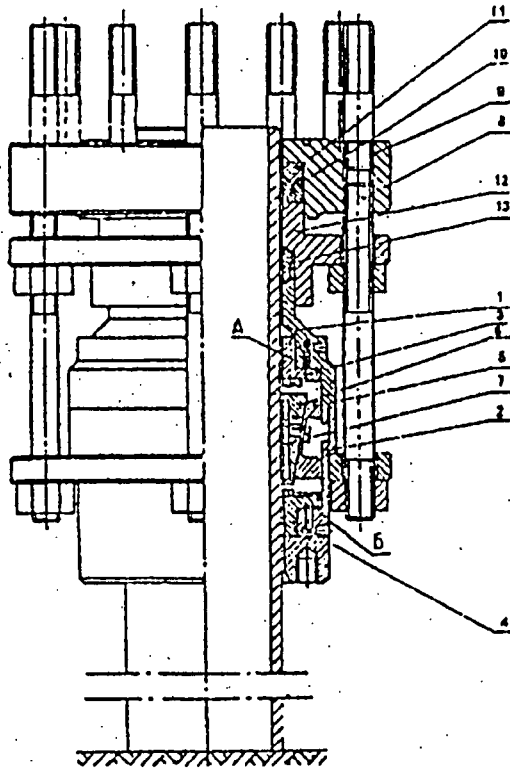


Рис.3. Головка колонная клиновья самоуплотняющаяся

1-верхняя часть корпуса; 2-нижняя часть корпуса; 3,4-плунжеры; 5-гнездо; 6-обоймы; 7-сухари; 8-стяжные винты; 9-колонный фланец; 10-манжета; 11-нажимное кольцо; 12-стяжной фланец; 13-герметизатор.

Колонная головка в сборе устанавливается на обсадную трубу фонтанирующей скважины (в комплекте с противовыбросовым оборудованием). При этом резиновая манжета основного уплотнительного узла охватывает колонну и под давлением фонтанирующей струи самоуплотняется по наружному диаметру трубы и по внутреннему диаметру расточки в колонном фланце прекращая перетоки флюида во внутреннюю полость головки. При закручивании гаек стяжных винтов, стяжной фланец своим кольцевым выступом прижимает манжету к нажимному кольцу, повышая степень герметизации пространства между обсадной трубой и колонной головкой. Фиксация колонной головки на обсадной трубе осуществляется за счет зацепления сухарей установленных в обоймах, с телом трубы при перемещении плунжера под воздействием рабочей жидкости, подаваемой под давлением в полость А.

На рис.4 представлена конструкция устройства, позволяющего проводить смену задвижек фонтанной арматуры под давлением.

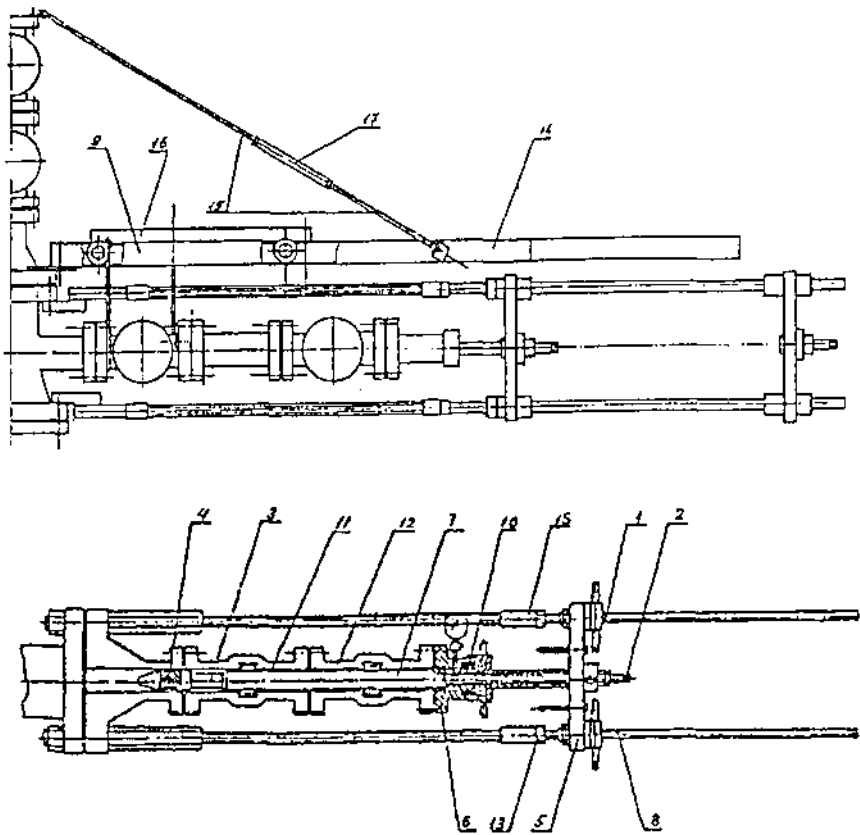


Рис.4. Устройство для смены задвижек фонтанной арматуры под давлением

Устройство состоит из полого корпуса 1 с размещенным в нем стяжным винтом 2, седла 3, уплотнителя 4, опорной плиты 5, фланца 6, страховочного фланца 7, штанг 8 и подвески 9. Корпус 1 снабжен уплотнителем 10, для герметизации полости между корпусом 1 и задвижками 11, 12. Опорная плита 5 снабжена каналами для пропуска стяжного винта 13 и штанг 8.

Подвеска 9 состоит из консоли 14 с двумя ползьями, двух штанг 15 для подвешивания консоли и трех тележек 16, передвигающихся по ползьям консоли 14. Тележки 16 состоят из корпуса и четырех колес на подшипниках. Штанги 15 составлены из двух половин, соединенных между собой стяжным винтом 17. Верхние концы штанг 15, снабжены проушинами для закрепления на верхнем фланце центральной задвижки фонтанной арматуры, а нижние - резьбовой частью для крепления гайками к ушкам консоли с отверстиями для пропуска штанг.

Применение устройства позволило решить одну из серьезных проблем, стоящих перед ремонтными службами газонефтедобывающих предприятий

по замене вышедших из строя задвижек фонтанной арматуры на эксплуатационных скважинах. При этом исключена необходимость проведения дополнительных технологических операций по глушению скважин и их освоении после завершения ремонтных операций, что обеспечило сокращение трудоемкости работ и предотвращение ущерба окружающей природной среде.

На рис. 5 представлена конструкция подъемно-транспортного устройства, предназначенного для выполнения аварийных работ при ликвидации открытых газовых и нефтяных фонтанов, в том числе при горении пластово-флюида. Установка в комплекте с набором сменного навесного оборудования позволяет проводить следующие виды работ:

- растаскивание оборудования и расчлененных металлоконструкций;
- рытье канав для отвода от устья жидкости;
- подачу в труднодоступные места оборудования и инструмента;
- создание переходных мостков для подхода оперативного состава труднодоступным местам;
- гидроабразивную резку металлических конструкций и труб;
- создание водяной завесы;
- обдув паром оборудования в зимнее время;
- наведение противовыбросового оборудования и др.

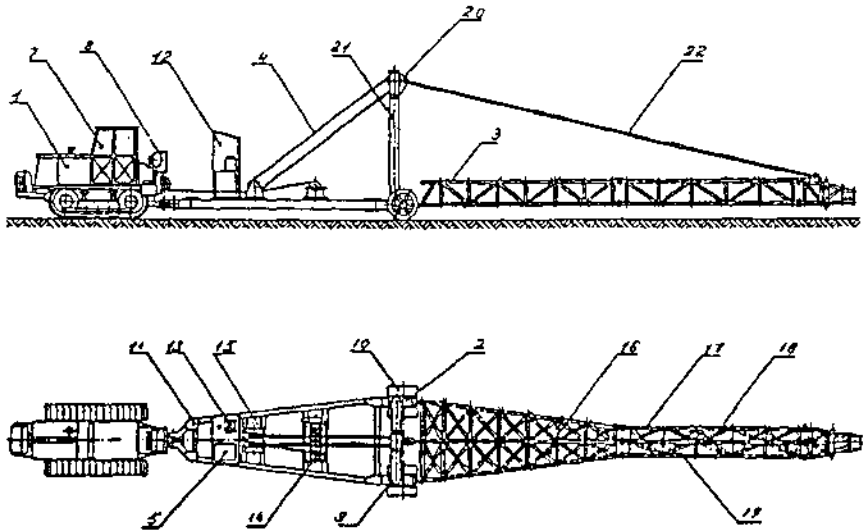


Рис.5. Подъемно-транспортное устройство.

1- тяговый механизм; 2-тележки; 3-стрела; 4-полиспастная система; 5 гидростанция; 6-пульт управления и набор сменного навесного оборудования; 7 трактор; 8-лебедка; 9-площадка; 10-катки; 11-форкоп-платформа; 12-кабина; 13 пульт управления; 14-гидролебедка; 15-полиспастный блок; 16-сварная конструкция; 17,18,19-несущие трубы; 20-роликовый блок; 21-стойка; 22-тяга.

Набор сменного навесного оборудования включает в себя кроме крюк

для растаскивания оборудования и плужка для прокладки каналов, следующие узлы:

- устройства для гидropескоструйной резки металлических конструкций и труб двух типов;
- гидроприводное устройство для наведения противовыбросового оборудования, снабженное приспособлением для его вертикального перемещения при фиксированном положении стрелы;
- узел создания водяной завесы и обдува оборудования паром в зимнее время.

Представленное подъемно-транспортное устройство было эффективно использовано при практической ликвидации открытого газоконденсатного фонтана на скв. 321 Карачаганакского НГКМ для наведения сборки ПВО, общий вид которого представлен на рис.6. При этом, наряду с обеспечением безопасности персонала путем сокращения времени его пребывания на устье фонтанирующей скважины, достигнуто снижение трудоемкости аварийных работ, а также экологического ущерба в суммарном экономическом эквиваленте более 90 млн. руб. в ценах 2000 г.



Рис.6. Общий вид сборки ПВО для ликвидации фонтана на скв. 321 Карачаганакского НГКМ.

Результаты расчетов, выполненных на основе действующих нормативных методик выявили, существенную экономическую эффективность применения разработанных технических средств при профилактике и ликвидации открытых фонтанов на сероводородсодержащих месторождениях нефти и газа.

ВЫВОДЫ

Основные научные и практические выводы и результаты завершения исследований заключаются в следующем:

1. На основе анализа результатов практического опыта разработки газовых и нефтяных месторождений выполнена классификация открытых фонтанов и газонефтеводопроявлений, представлена количественная оценка значимых причин их формирования и проявления.

2. Выполнен анализ эффективности и области применения методов технических средств предупреждения возникновения и ликвидации открытых фонтанов на сероводородсодержащих месторождениях нефти и газа, а также возможных направлений их совершенствования.

3. На основе количественных критериев опасности установлено, что применительно к сероводородсодержащим месторождениям размеры зон распространения опасных производственных факторов при открытом фонтанировании скважин определяются уровнем загрязнения приземного слоя воздуха сероводородом и сопутствующими вредными веществами.

4. Установлено, что наиболее эффективным методом защиты персонала населения и окружающей природной среды является зажигание выбросов обеспечивающее снижение приземных концентраций вредных веществ вследствие их конвекционного подъема и рассеивания в атмосфере.

5. На основе анализа результатов выполненных полигонных и натурных исследований определены количественные значения уровней опасных производственных факторов в ближней зоне открытого газового фонтана с горением пластового флюида и предложены расчетные модели для их оперативно прогнозирования. Выявлено, что наибольшую опасность в этих условиях представляют повышенные уровни теплового излучения, обуславливающая возможность нагрева облучаемых поверхностей до высоких температур, также повышенный уровень шума.

6. На основе оценки эффективности средств защиты от опасных производственных факторов разработан алгоритм принятия организационных решений, направленных на обеспечение безопасности персонала. Предложена технология ликвидации открытых фонтанов на сероводородсодержащих газовых месторождениях в условиях поддержания горения пластового флюида обеспечивающая повышение безопасности персонала и населения, а также сокращение ущерба окружающей природной среде.

7. Обоснован комплекс требований к средствам индивидуальной защиты персонала при ликвидации горящего выброса. Выполнена оценка эффекти

ности защитных теплоотражательных костюмов и обоснованы организационно-технические решения, направленные на обеспечение их производства для нужд противодобывочных формирований ОАО "Газпром".

8. Обоснован выбор средств защиты органов дыхания, приобретаемых для оснащения персонала военизированных противодобывочных формирований ОАО "Газпром".

9. Разработан и внедрен на Оренбургском, Астраханском, Карачаганаском и других месторождениях комплекс новых технических средств для предупреждения возникновения и ликвидации открытых газовых фонтанов. Экономический эффект от их применения только при ликвидации открытого фонтана на скв. № 321 Карачаганаского НГКМ составил, с учетом предотвращенного экологического ущерба, более 90 млн. руб. в ценах 2000 г.

10. Ряд новых технических и технологических решений реализован в нормативных правовых актах Федеральных органов исполнительной власти, включая "Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности", "Инструкцию по безопасному ведению работ при разведке и разработке нефтяных и газовых месторождений с высоким содержанием сероводорода", "Инструкцию по организации и методике проведения профилактической работы по предупреждению возникновения газонефтеводопроявлений, аварийных выбросов, открытых газовых и нефтяных фонтанов на объектах ОАО "Газпром", "Инструкцию по предупреждению и ликвидации газонефтеводопроявлений при строительстве и ремонте скважин" и др.

Основные результаты диссертации опубликованы в работах:

1. Амиров Э.М., Яковенко Н.А., Сгибнев А.Д. Патент России № 2138614 от 10.02.1998 г. "Головка колонная клиновидная самоуплотняющаяся".

2. Сгибнев А.Д., Яковенко Н.А., Кузнецов В.Г., Труфанов Ю.С. Патент России № 2128276 от 04.06.97 г. "Устройство для нарезания резьбы на трубах на устье скважин"

3. Омнинский А.С., Сгибнев А.Д., Яковенко Н.А., Амиров Э.М. Патент России № 2128277 от 14.07.97 г. "Устройство для резки труб"

4. Матвеев В.М., Сгибнев А.Д., Яковенко Н.А., Амиров Э.М. Патент России № 2132924 от 30.07.97 г. "Устройство для нарезания резьбы на трубах на устье скважин"

5. Сгибнев А.Д., Яковенко Н.А., Кузнецов В.Г. Патент России № 2132926 от 05.09.97 г. "Устройство для смены задвижек фонтанной арматуры на устье скважины"

6. Амиров Э.М., Яковенко Н.А., Блохин О.А. Патент России № 2134771 от 17.12.97 г. "Подъемно-транспортное устройство"

7. Кошторев Н.И., Кузнецов В.Г., Яковенко Н.А. "Устройство для нарезания резьбы на трубах на устье скважин" Труды института "ОренбургНИПИнефть" 1999 г. Выпуск № 2

8. Кошторев Н.И., Кузнецов В.Г., Яковенко Н.А. "Устройство для резки

труб" Труды института "ОренбургНИПИнефть" 1999 г. Выпуск № 2

9. Кошторев Н.И., Кузнецов В.Г., Яковенко Н.А. (фирма "Газобезопасность" "Устройство для смены задвижек фонтанной арматуры на устье скважин", Химическое и нефтегазовое машиностроение № 7 1999 г.

10. Кошторев Н.И., Яковенко Н.А. "Новые разработки в области ликвидации открытых фонтанов и их патентная защиты", Труды института "ОренбургНИПИнефть" 1998 г. Выпуск № 1

11. Кошторев Н.И., Кузнецов В.Г., Яковенко Н.А. "Устройство для смены задвижек фонтанной арматуры на устье скважины", Труды института "ОренбургНИПИнефть" 1999 г. Выпуск № 2

12. Кошторев Н.И., Яковенко Н.А. Новые разработки в области ликвидации открытых фонтанов, Журнал "Газовая промышленность" апрель 1998 г.

13. Кошторев Н.И., Кузнецов В.Г., Яковенко Н.А. "Устройство для нарезания резьбы на трубах на устье скважин", Химическое и нефтегазовое машиностроение № 2 . 1999 г.

14. Яковенко Н.А., Гендель Г.Л. "Экспериментальные исследования уровней опасных факторов в зоне выполнения аварийных работ фонтанирующей скважины". Сб. научных трудов ВолгоУралНИПИгаз, вып. 1, 1999 г., с.8

15. Гендель Г.Л., Яковенко Н.А., Кузнецов В.Г. Методические аспекты оценки эффективности СИЗ. Сб. научных трудов ВолгоУралНИПИгаз, вып. 1, 1999 г., с. 23.

16. Кувыкин В.С., Михалева Г.В., Яковенко Н.А. База данных для лицензирования персонала по противофонтанной безопасности. "Надежность и сертификация оборудования для нефти и газа", №3, 1996 г., с. 50-57.