

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов

Направление подготовки 21.04.01 «Нефтегазовое дело»

профиль «Управление разработкой и эксплуатацией нефтяных и газовых месторождений»

Кафедра Геологии и разработки нефтяных месторождений

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема диссертации
Совершенствование технологии эксплуатации скважин с учетом самозадавливания на М нефтегазоконденсатном месторождении (ЯНАО)

УДК 622.279.34-044.342(571.121)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ5В	Федоров Антон Олегович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Дозморов П.С.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шарф И.В.	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Немцова О.А.			

По разделу магистерской диссертации, выполненному на иностранном языке

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Айкина Т.Ю.	к.ф.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ГРНМ	Чернова О.С.	к.г.-м.н., доцент		

Оглавление

Введение.....	11
1 Сведения о месторождении.....	13
1.1 Общие сведения о месторождении.....	13
1.2 Литолого-стратиграфическая характеристика разреза.....	14
1.3 Тектоника	18
1.4 Газоносность	20
1.5 Пористость, проницаемость, начальная газонасыщенность.....	20
1.6 Физико-химическая характеристика газа	21
1.7 Гидрогеологическая характеристика месторождения.....	22
1.8 Анализ разработки месторождения.....	23
Выводы к главе 1	31
2. Проблема “самозадавливания” скважин на М месторождении и пути её решения	33
2.1 Проведение капитального ремонта скважин, включающего крепление призабойной зоны пласта и водоизоляционные работы	35
2.2 Периодическая продувка ствола скважины с выпуском газа в атмосферу	37
2.3 Обработка забоя скважин твёрдыми и жидкими ПАВ.....	38
2.4 Замена НКТ на трубы меньшего диаметра.....	40
2.5 Использование плунжерного лифта	40
2.6 Закачка газа в межтрубное пространство	42
2.7 Эксплуатация скважин по концентрическим лифтовым колоннам.....	44
Выводы к главе 2	46
3 Применение концентрических лифтовых колонн	47
3.1 Опыт эксплуатации скважин по концентрическим лифтовым колоннам	47
3.2 Выбор скважин кандидатов для оборудования концентрическими лифтовыми колоннами.....	56
3.3 Конструкция и оборудование скважины, применяемая техника	56
3.4 Расчет параметров работы скважины по КЛК	60
3.4.1 Определение критических параметров работы скважины.....	60
3.4.2 Расчет параметров работы газовой скважины при эксплуатации по концентрическим лифтовым колоннам.....	67
3.5 Расчет предполагаемой технологической эффективности	73
Выводы к главе 3	75

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	76
4.1 Построение модели денежных потоков	77
4.2 Капитальные затраты	81
4.3 Операционные затраты	84
4.4 Расчет показателей эффективности.....	84
4.5 Анализ чувствительности проекта	86
Выводы к главе 4.....	87
5 Социальная ответственность	88
5.1 Производственная безопасность.....	89
5.1.1 Анализ вредных факторов производственной среды	89
5.1.2 Анализ опасных факторов производственной среды	92
5.2 Экологическая безопасность.....	97
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	97
5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	98
Выводы к главе 5	101
Заключение	102
Список публикаций.....	105
Список используемых источников.....	106
Приложение А Обзорная карта района работ	109
Приложение Б Сопоставление фактических и проектных показателей.....	110
Приложение В Основные методы эксплуатации самозадавливающихся газовых скважин.....	112
Приложение Г Раздел магистерской диссертации, выполненный на иностранном языке.....	113

Введение

Более 80% российского газа добывается из месторождений, разрабатываемых со второй половины двадцатого века. В настоящее время большинство из этих месторождений, добывающих газ из сеноманских залежей, находятся на поздней стадии разработки. Последняя стадия разработки газового месторождения характеризуется падением пластового давления, снижением дебитов скважин и возникающими в связи с этим осложнениями. Основной проблемой является скопление жидкости на забое скважины. Это происходит в газовой скважине при неспособности потока добываемого флюида выносить жидкость из ствола, что приводит к так называемому самозадавливанию, то есть снижению добычи вплоть до полной остановки. Проблема особенно актуальна для газовых месторождений Западной Сибири, введенных в разработку ещё в прошлом столетии и сейчас находящихся на завершающем этапе. Так на уникальном по запасам газа месторождении М за 6 лет количество самозадавливающихся скважин увеличилось на 43,21%, что стало составлять 36,36% от добывающих скважин.

В связи с этим в данной работе будут рассмотрены способы повышения эффективности эксплуатации скважин М месторождения.

Цель магистерской диссертации заключается в совершенствовании технологии эксплуатации газовых скважин на М месторождении за счет подбора наиболее оптимального метода предотвращения скопления воды на забое скважины и его применения на примере скважины месторождения М.

Для достижения цели данной работы необходимо решить следующие поставленные **задачи**:

- анализ разработки месторождения М, выявление проблем;
- анализ существующих методов борьбы с самозадавливанием скважин;
- подбор наиболее перспективной технологии для условий месторождения М;

– разработка методики подбора скважин для оборудования концентрическими лифтовыми колоннами;

– расчет технологической и экономической эффективности применения выбранной технологии на примере подобранной скважины.

Защищаемое положение: применение концентрических лифтовых колонн на самозадавливающихся газовых скважинах месторождения М позволит стабилизировать работу и увеличить дебит газа.

Аннотация

В первом разделе магистерской диссертации рассматриваются общие сведения о месторождении М, такие как географическое и административное месторасположение, орография района работ, гидрография, климат и основной объект разработки. Также представлена литолого-стратиграфическая характеристика разреза, рассмотрено строение залежи. Приведены фильтрационно-емкостные свойства пласта-коллектора и физико-химические свойства газа. Определено влияние коллектора на технологический режим эксплуатации скважины. Проведен анализ разработки М месторождения. Рассмотрены динамика и состояние фонда скважин, распределение пластового давления, результаты гидрохимического контроля, обводнение залежи. Приведено сопоставление фактических и проектных показателей разработки.

Во втором разделе работы идет обоснование проблемы, возникающей при эксплуатации скважин, на М месторождении. Рассмотрены основные технологии, применяемые для поддержания режима работы самозадавливающихся скважин, это:

- периодическая продувка ствола скважины с выпуском газа на факел;
- водоизоляционные работы и крепление призабойной зоны пласта;
- обработка забоя жидкими и твёрдыми поверхностно-активными веществами;
- замена лифтовой колонны на трубы меньшего диаметра;
- плунжерный лифт;
- концентрический лифт.

Дано описание, рассмотрены достоинства и недостатки использования каждого метода. Аналитическим способом, наиболее перспективной в условиях месторождения М. выделена технология концентрического лифта по таким критериям, как удаление конденсационной воды, проведение работ без глушения скважины, высокая эффективность и простота в использовании до последнего дня разработки. Эксплуатация скважин по концентрическим

лифтовым колоннам заключается в том, что в имеющейся основной лифтовой колонне размещается центральная лифтовая колонна меньшего диаметра, по которой обеспечивается необходимый дебит для выноса жидкости с забоя, в то время как по межколонному пространству газ движется со скоростью ниже критической. Потоки газа соединяются в газосборном коллекторе. В центральной лифтовой колонне автоматически поддерживается дебит, превышающий на 10–20% необходимый для выноса жидкости с забоя.

В третьем разделе проанализирован опыт применения концентрических лифтовых колонн. Разработаны критерии для подбора скважин-кандидатов. Проведен детальный анализ всего добывающего фонда скважин и выполнен подбор скважин отвечающих критериям для переоборудования концентрическими лифтовыми колоннами. Произведены расчеты параметров работы скважины № N . По формуле Тернера была определена критическая скорость газа, достаточная для выноса капель воды. Рассчитан рекомендуемый дебит для лифтовой колонны диаметром 168 мм, который оказался больше фактического, т.е. скорость газа при нынешней компоновке оборудования не позволяет выносить жидкость с забоя скважины. Определен дебит необходимый для выноса жидкости по установленной центральной лифтовой колонне. Рассчитаны устьевые давления, скорости газа и дебиты в центральной лифтовой колонне и межколонном пространстве. По результатам расчетов с применением концентрической лифтовой колонны дебит увеличится на 32% за счет оптимизации режима работы скважины. Доказана технологическая эффективность на примере добывающей скважины № N месторождения М.

В четвертом разделе магистерской диссертации оборудование концентрической лифтовой колонной скважины № N рассматривается как инвестиционный проект. Произведен расчет финансовых вложений на установку нового оборудования: стоимость нового оборудования, техники и материалов для монтажа, заработная плата персонала, страховые взносы. В

качестве положительного потока наличности выступает стоимость реализации дополнительно добытого газа по прогнозным ценам реализации в соответствии с рекомендациями ОАО «Г». Произведен расчет показателей экономической эффективности: срок окупаемости, чистая приведенная стоимость, внутренняя норма доходности, индекс рентабельности. Также был проведен анализ чувствительности проекта на изменение стоимости капитальных вложений, себестоимости и цены реализации газа. Сделаны выводы о целесообразности инвестиционного проекта.

В пятом разделе приведена информация о социальной ответственности при работе обслуживающего персонала на газовых промыслах, в том числе при эксплуатации скважин оборудованных концентрическими лифтовыми колоннами. Суровые природно-климатические условия Западной Сибири и состояние промысловой территории предъявляют высокие требования к соблюдению техники безопасности и технологии производства работ. Рассмотрены вредные (превышение уровней шума и вибрации, повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны, утечка токсичных и вредных веществ в атмосферу) и опасные (движущиеся машины и механизмы, высокое давление, пожаробезопасность, электрический ток) факторы проявления рабочей среды, а также пути снижения влияния этих факторов, как на персонал, так и на окружающую среду. Описаны мероприятия направленные на ликвидацию возможных аварий и снижения риска их возникновения. Также в разделе рассмотрены правовые аспекты обеспечения безопасности.

Social responsibility

Social responsibility is responsibility to the people or the promises made by them when the organization considers interests of collective and society, conferring on itself the responsibility for the influence of their activity with customers, suppliers, workers, shareholders.

In dissertation work modernization of the standard equipment of a gas well by the descent of a concentric lift, the column is considered. There is an installation of a lengthy lift column in the available main lift column. The new equipment will allow reducing quantity of purges of wells in the atmosphere, i.e. to reduce emissions of harmful substances, and also to increase an output.

In this section, special attention will be paid to the description of a workplace of the personnel which is carrying out service of concentric lift columns, the harmful manifestation of the factors of the production environment exerting the impact on personnel and the environment. Ways of the decrease in influence of harmful factors, both on personnel, and on the environment will be considered.

1 Production safety

Table 1 – Dangerous and harmful factors in the installation and operation of concentric elevator columns

Factor source, the name of the types of works	Factors (GOST 12.0.003-74 OSSS with the changes of 1999).		Regulations
	Harmful	Dangerous	
1. Dismantling, repair, and assembling of separate units and mechanisms of simple gas field equipment and equipment necessary for carrying out the lifting operations; 2. Carrying out the lifting operations; 3. Putting the well into operation.	1. Exceeding the noise and vibration levels; 2. Increased or lowered air temperature of the working area; 3. Leakage of toxic and harmful substances into the atmosphere.	1. Moving cars and mechanisms; 2. High pressure; 3. Fire safety; 4. Electric current.	GOST 12.1.003-2014 GOST 12.1.005-88 GOST 12.1.007-76 GOST 12.1.010-76 GOST 12.1.012-90 GOST 12.1.029-80 GOST 12.1.038-82 GOST 12.4.011-89 GOST R 12.1.019-2009 JV 52.13330.2011 *GOST – State Standard, Russian National Standard

1.1 Analysis of harmful production factors and justification of actions for their elimination

Excess of noise levels and vibration

In close proximity to a workplace can there are cars of the crew of workover which are created by the sound level which isn't exceeding admissible according to GOST (State Standard, Russian National Standard) 12.1.003-83 (1999). The norm in the open area makes 80 dBA, and value of the level of a sound in a workplace makes 40–45 dBA. Delivery of workers to fields is carried out by flight by helicopters which create the noise level of 95–100 dBA exceeding admissible. Actions for the elimination of noise level: earphones and antinoise inserts.

According to GOST (State Standard, Russian National Standard) 12.1.012-90, the technological norm of the level of vibration speed makes 92 dB, with a frequency of 63 Hz. Vibration level in a workplace of the operator of DNG makes about 95 dB that exceeds the norm.

This vibration is caused by the existence of turbo expander and device of DAC on the IGPP. Actions for protection against vibration: use of rubber gloves and rubber-laying in the block of installation of the engine.

The increased or lowered air temperature of a working zone

Sharp changes of ambient temperature (in winter and summertime), and work in the conditions of the lowered temperatures exerts the harmful impact on the person. Physical activity of the worker is provided with all vital processes in a body of the person. Energy on the transformation of heat exchange is used even more than on work performance. Violation of balance of heat can lead to an overheat or, on the contrary, to overcooling of the person. It leads to the violation in work, to decrease the activity, etc.

The average temperature in the territory of Nadym makes: in July plus 15,5°C, in January minus 24,5°C.

Personnel which works in the open air at low temperatures risk to be traumatized connected with:

- overcooling of an organism (hypothermia);
- frostbite (hands, fingers, nose).

For prevention of frostbites, the personnel has to be provided with the specialized clothes intended for low temperatures. Overalls have to meet all standards, approach by the size and not hold down the movement, to be multilayered where each layer bears the functionality: inside layer (underwear); center (sweater); the external layer (jacket).

Workers who work in the open air at high temperatures risk to be traumatized:

- overheating of an organism (hyperthermia);
- sunstroke.

Prevention of overheat is performed by the organization of a rational work-rest schedule by reduction of working hours for rest in places with normal climate. There are headdresses from brain overheat.

For protection against midges and pinchers to workers, a set of repellents which part the aerosol and cream for protection against midges and a midge, an aerosol for protection against ticks, means after stings are (balm) is given. Summer overalls include anti-mosquito suits.

Leak of toxic and harmful substances in the atmosphere

At installation and operation of concentric lift columns, there is a risk of emergence of the leak of toxic and harmful substances in the atmosphere through connections in borehole fittings, in quick disconnect lines. The service personnel daily face such substances as combustible natural gas, methanol, diethylene glycol.

Natural combustible gas on the extent of impact on a human body belongs to low-dangerous substances 4 classes of danger. Has no notable smell. Components of natural gas have no strong toxicological effect on a human body, but at the concentration reducing a volume fraction of oxygen in the inhaled air to 16% cause suffocation.

The maximum permissible concentration TLV of harmful substances in the air of the working area is established in GOST (State Standard, Russian National Standard) 12.1.005-88 and in HS (Hygienic standards) 2.2.5.1313-03. For hydrocarbons of aliphatic limiting C_2-C_{10} , the TLV-TWA in the air of the working zone is 300 mg/m^3 . The most single maximum TLV concentrations make: for methane – 7000 mg/m^3 ; for hydrocarbons aliphatic limit C_2-C_{10} – 900 mg/m^3 .

The natural combustible gas forms explosive mixes with air. Concentration limits of distribution of a flame on methane, in the mix with air in volume percent: lower – 4,4; top – 17,0.

Prevention measures: control of tightness of flange connections and gland sealing consolidations of shutoff valves, ensuring air exchange in a working zone, control of the content of methane in the air of a working zone.

During the work in gas-polluted sites and rooms at the concentration of methane above TLV or at a lack of oxygen, for individual protection, it is necessary to use the isolating gas masks of GM-1, GM-2.

Methanol CH₃OH is the strong poison operating on the nervous and vascular system, a mucous membrane of airways. Methanol on the extent of impact on a human body belongs to the 3rd class of danger, moderately dangerous.

A small amount of methanol (to 10-15 g) at hit in digestive tract leads to the serious poisoning leading to the blindness and even by death. Poisoning occurs not only at liquid hit inside but also at steam inhalation and their penetration through body skin

Methanol accumulates in an organism and is slowly removed. Chronic poisoning comes at steam inhalation and is followed by irritation of mucous membranes, headaches, noise in ears, the general stress, disorder of sight.

TLV methanol in the air of a working zone is 15 mg/m³ – the most single; 5 mg/m³ – TLV-TWA.

Concentration limits of distribution of a flame of vapors of methanol, in volume percent are lower – 6,98 are top – 35,5.

Works with methanol belong to gas dangerous works.

Individual protection equipment during the work with methanol – overalls, gumboots, rubber aprons, rubber gloves and gas masks with the filtering box of brand "A" or isolating – easily soiled GM-1 or GM-2.

At sharp poisonings with methanol, it is necessary to make washing of a stomach within two hours five-percent solution of baking soda.

After first-aid treatment, the victim has to be quickly brought to the nearest medical institution.

Diethylene glycol (DEG) – on the extent of impact on a human body belongs to the 3rd class of danger, substance moderately dangerous.

DEG is poisonous, at hit in an organism causes sharp poisoning, affects kidneys, a liver. Due to the low elasticity of DEG vapors doesn't constitute the danger of sharp inhalation poisoning.

All works with diethylene glycol should be carried out in rubber gloves, overalls according to branch norms. In emergency cases, it is necessary to use the gas masks isolating GM-1, GM-2.

Threshold limit value of vapors of diethylene glycol is 10 mg/m³. At poisoning with couples of DEG affected rest, warming of a body hot-water bottles is necessary. It is necessary to cause vomiting, to plentifully wash out a stomach water or saturated solution of soda.

Table 2 – TLV vapors and gasses in air of a working zone

Name	TLV , mg/m ³
methane	300
Methanol	5
Diethylene glycol (DEG)	10

1.2 The analysis of the revealed dangerous factors of the projected production environment

As factors of impact on the person when holding an action of this look, it is possible to allocate:

- moving cars and mechanisms;
- high pressure;
- fire safety;
- electric current.

Moving cars and mechanisms of the production equipment (including load-lifting)

At non-compliance with safety measures, it is possible to be traumatized at the movement of cars and mechanisms. The carelessness and lack of protective equipment lead to bruises, fractures, and dislocations of various parts of a body of the person.

It is necessary to carry out actions for prevention of possible mechanical injuries:

- check of protective obstacles by the moving and rotating parts of cars and mechanisms;
- planned and not planned inspection of starting and brake mechanisms;
- check of a condition of the equipment and timely elimination of defects.

For protection against the listed dangerous factors, collective means of protection are used, the devices interfering appearance of the person in a dangerous zone. According to GOST (State Standard, Russian National Standard) 12.2.062-81 protections are carried out in the form of various grids, lattices, screens and casings. They have to have such sizes and to be established so that any way to exclude access for the person to a dangerous zone. At the device of protections, certain requirements have to be observed. Work with the removed or faulty protection is forbidden.

High pressure

Gas wells differ from oil in more high pressure on the mouth. A source of a dangerous factor for the person are lines of high pressure (a latch, a pipe, estuarial fittings).

Destruction of the line of high pressure can lead to leakage of a fluid which in turn owing to the fact that it is the toxic substance, can make the poisoning impact on the worker.

By constant control behind serviceability of the equipment and observance of rules of its use it is possible to reduce risk of impact of excessive pressure on the person (worker) to a minimum and to increase quality of holding an action for re-equipment of the well, and also to avoid situations which can act as dangers (leak of toxic substances, fire emergency).

Fire safety

The emergence of the fire on trade as was already noted is one of the dangerous factors of production. It is connected with the fact that leak of natural gas is possible, and are also not excluded a possibility of ignition of the equipment (vehicles, tanks, etc.) therefore this method of impact on BFZ requires great attention.

One of the features of the fire on trade, burning of steam-air mixes of hydrocarbons, is the formation of a fire sphere time of which fluctuates from

several seconds to several minutes. A dangerous factor of a fire sphere is the thermal impulse.

The sphere sizes, time of its existence and size of a thermal impulse depend on the amount of combustible substance.

The dangerous factors of the fire influencing people and material values besides an open flame, the increased temperature, are also toxic products of burning and thermal decomposition and their secondary manifestations:

- splinters;
- moving parts of the collapsed devices;
- electric current;
- explosions.

On fire and fire and explosion danger the room of production and warehouse appointment, and also external installations irrespective of their functional purpose are subdivided into the following categories:

- 1) the raised explosion hazard (A);
- 2) explosion hazard (B);
- 3) fire danger (B1 - B4);
- 4) moderate fire danger (G);
- 5) the lowered fire danger (D).

For ensuring fire safety it is necessary to be guided "Technical regulations about the requirement of fire safety of FL (the federal law) No. 123" of 2008, GD(Guidance documents)-13.220.00-KTN-367-06.

Well pads where works are carried out, need to be completed with emergency firefighting equipment:

- the fire extinguisher powder FP-10 – 10 pcs., or carbon dioxide fire extinguisher;
- CDF-10 – 10 pcs. or one FP-100 fire extinguisher (FP-50 2 pieces);
- shovels – 2 pcs.;
- the axe, scrap – on 1 piece.

The admission of personnel to work is carried out after passing of fire-prevention instructing. At the change of specifics of works, it is necessary to hold an extraordinary briefing.

All mobile equipment around the implementation of works is provided with spark arresters of factory execution.

Pressure testers cars involved in the production of preparatory and hot work have to be equipped not less than two CDF-10, FP-10 fire extinguishers.

Fight against the fire is carried out by special fire extinguishing means fire extinguishers, trunks with water, dry sand. For continuous control, at fire-dangerous works, the fire-fighting crew has to be on duty. Make-shifts will be suitable for prevention of the small center of ignition: blankets, water.

Electrical safety

The source of a person's electric shock can be wires and equipment under voltage. A person can be injured by an electric shock or electric arc in the following cases:

- when a person touched a non-isolated from the ground to non-conductive metal parts of electrical installations, which turned out to be energized due to a short circuit in the case;
- for single-pole (single-pole) contact of a person who is not insulated from the ground to uninsulated current-carrying parts of electrical installations under voltage.

The degree of dangerous and harmful effect on human electric current depends on the strength of the current, voltage, type of current, the frequency of the electric current and the path of passage through the human body, the duration of exposure and environmental conditions. GOST (State Standard, Russian National Standard) 12.1.038-82 establishes the maximum permissible voltages and currents flowing through the human body under the normal (non-emergency) mode of operation of electrical installations of DC and AC frequency of 50 and 400 Hz. For an alternating current of 50 Hz, the permissible contact voltage is 2 V, and the

current is 0.3 mA, for a 400 Hz current, 2 V and 0.4 mA respectively; For a direct current – 8 V and 1,0 mA.

Factors affecting the outcome of a person's electric shock:

- current strength, to characterize the effect of electric current on the body: the threshold fibrillation current is the lowest current value that causes fibrillation (chaotic and non-simultaneous contractions of the heart muscle fibers, which leads to its stopping) when passing through the human body. It is considered that the current strength of 100 mA and above is fatal.

- type of current (constant or variable). The maximum permissible value of direct current is 3–4 times higher than for alternating current only up to 300 V. At higher values, the direct current is more dangerous due to its electrolytic action.

- the frequency of the electric current. The danger of the action of the current decreases with increasing frequency.

- duration of the current. With prolonged action of electric current due to perspiration, the resistance of human skin decreases.

- the path of electric current. The most dangerous when the current passes through vital organs.

- the resistance of the human body and its individual parts is different. For example, when the horny layer of the skin is removed, the resistance of the internal organs does not exceed 800 Ohms. The normal dry skin has a resistance of 10–100 kOhm, wet – 1000 Ohm. It is considered that the resistance of the human body is 1000 Ohm.

To protect against electric shock from direct contact with live parts, the following protective measures are used individually or in combination:

- basic insulation of current-carrying parts;
- fencing and shell;
- installation of barriers;
- placement of live parts out of reach;
- application of ultra-low (small) voltage - not exceeding 50 V AC and 120 dc.

To protect against electric shock, in the event of insulation failure, the following protection measures are taken when touching indirectly:

- protective grounding;
- protective automatic power off;
- equalization of potentials;
- equipotential bonding;
- double or reinforced insulation;
- extremely low (low) voltage;
- protective electrical separation of networks;
- insulating (non-conductive) premises, zones, platforms.

2 Environmental safety

There are several sources of environmental pollution during well repair:

- combustible lubricants (fuels and lubricants);
- combustion products of fuel during operation of internal combustion engines;
- household and solid waste;
- polluted storm water;
- leakage of natural gas.

The listed sources of pollution can affect the following objects:

- soils;
- subsoil;
- surface water bodies;
- atmospheric air;
- flora and fauna.

It is necessary to make certain nature protection actions for the protection of natural objects. The main objective of nature protection works during the descent of the main lift column is the exception of the possibility of leak of natural gas that

is reached by the maintenance of tightness of a binding of the mouth of the well and gas-collecting system.

3 Safety in emergency situations

When carrying out various well repairs, there is a high probability of leakage of formation fluids, which are characterized by fire and explosion hazard. At a certain concentration and occurrence of arcing in faulty electrical appliances, the gas-air mixture explodes. Explosive concentration arises from the release of a large amount of gas and the absence of a change in the air mass in this area.

To prevent and quickly eliminate accidents that may occur at gas production facilities, plans are being made to eliminate potential accidents PEPA (Plan for the elimination of possible accidents). PEPA are compiled in accordance with the Safety Rules for the Oil and Gas Industry and should contain the following items:

- 1) a list of possible accidents at the facility;
- 2) ways of warning of an accident (siren, light alarm, loudspeaker, telephone, etc.), the way people exit from dangerous places and sites, depending on the nature of the accident;
- 3) the actions of persons of technical personnel responsible for the evacuation of people and the implementation of specified measures;
- 4) list and procedure for notifying officials when an accident occurs;
- 5) ways to eliminate accidents at the initial stage. Priority actions of technical personnel to eliminate accidents (fire) prevent the increase in their size and complications. Implementation of measures to prevent severe consequences of accidents. The order of interaction with gas rescue and other specialized services;
- 6) list and location of emergency clothing, personal protective equipment, and tools;
- 7) list of fire equipment on site;
- 8) acts of testing PPE, communication, grounding;
- 9) schedule and scheme for sampling the gas-air environment;
- 10) technological scheme of the object;

11) the annual schedule of training sessions to prevent possible accidents.

The plan for the elimination of accidents is drawn up and approved once in five years. According to the schedule with the employees of the enterprise, classes are held every month to eliminate possible accidents. The results of the lessons are recorded in the journal with the signature of the responsible person from among the engineering and technical workers. The enterprise also conducts classes and training alarms on civil defense to prepare people for protection against nuclear, chemical and biological weapons of mass destruction, create conditions that enhance the sustainable operation of enterprises in wartime.

4 Legal and organizational issues of safety

Ecological justification of design decisions is carried out taking into account regulations and the concept of environmental management of JSC "Gazprom".

The concept of environmental management of JSC "Gazprom" provides:

- complex consideration of environmental issues, the creation of safe conditions of activity of a prompersonal and indigenous people, social and economic development of the region of an arrangement of the field;
- the aspiration to the continuous increase in efficiency of use of natural and energy resources by the introduction of low-waste and resource-saving technological processes;
- application of the most reliable, from the point of view of ecological safety of materials, designs, the equipment and technologies for the purpose of data to a minimum of volumes of the emissions, drains and waste making the negative impact on the environment;
- limiting limitation of land withdrawal for industrial sites, pipeline routes and motorways with the task of minimizing the negative impact on the environment, loss of tundra lands and vegetation, while ensuring proper work safety;
- creation of a management system for measures to protect human health and the environment;
- compliance with all environmental laws and regulations;

- rational use of natural resources while minimizing the impact on ecosystems in the process of field development and operation;
- restoration of the productivity of natural objects in the territory of activity with the use of effective technologies for reclamation;
- creation of favorable living conditions, activities, and development of indigenous people;
- the performance of all types of works, since the design of the field, in close contact with local and territorial nature protection, administrative authorities.
- training of employees in ecologically correct and justified working methods;
- constant formation at working beliefs about the priority of ecological approach to the performance of work;
- timely implementation of payments for environmental pollution and placement of waste.

The implementation of the concept is based primarily on the Constitution of the Russian Federation and federal laws: "On environmental protection", "On specially protected natural territories", "On environmental expertise", "On the protection of atmospheric air", "On land management", "On animal world", "On the bowels", "On the waste of production and consumption", "On the sanitary and epidemiological welfare of the population", Water, Land and Forest Code of the Russian Federation".

The laws of the Yamal-Nenets autonomous district "On subsoil and subsoil use in the Yamal-Nenets autonomous district", "On specially protected natural territories of the Yamal-Nenets autonomous district," "On regulation of land relations in the places of residence and traditional economic activities of indigenous peoples in the Yamal-Nenets autonomous district", the decree of the governor of Yamal-Nenets autonomous district from 20.05.2004 number 171 "On the order of a single pre-project preparation of construction projects in the Yamal-Nenets autonomous district".

Nature protection requirements are also regulated:

- decrees of the President and resolutions of the Government of the Russian Federation;
- a large number of normative legal acts and standard and methodical documents of the relevant federal ministries, committees and departments and their territorial authorities;
- a number of standard and methodical documents of JSC "Gazprom".

Installation, operation, and service of the well carry out according to SR (Safety regulations) 08-624-03, RD (Guidance document) 09-364-00 and M (Manual) 2.2.2006-05, and also specifications and the operation manual on the installed equipment of manufacturer.

Maintenance of the operating complex is made according to the maintenance instruction.

The decrease in negative impact on the social sphere and human health will be promoted by the planned measures for prevention and reduction of emissions of pollutants in the atmosphere, the water environment, and noise reduction, providing the high comfortable conditions of accommodation working with a full complex of medical, sanitary and household and cultural and sports care.

For the purpose of compensation of the damage which is indirectly caused by the local population, the corresponding payments are provided. Implementation of recultivation and return of lands to the land user is made after the termination of operation of technological objects and the field in general.

Заключение

Анализ разработки месторождения М выявил, что фактический средний дебит эксплуатационных скважин составляет 81,5% от проектного, а действующий фонд скважин превышает проектный на 8,5%. Вынос жидкости с забоя не обеспечивается в 36,1% скважин. В 81% случаев самозадавливание происходит из-за скопления конденсационных вод и неспособности потока добываемого флюида выносить их.

Отклонения между проектными и фактическими технологическими показателями разработки связаны с влиянием воды, накапливающихся на забоях скважин, разрушением коллектора, а также с физическим и моральным износом оборудования.

Анализируя преимущества и недостатки методов эксплуатации самозадавливающихся скважин, в данных условиях, можно рекомендовать применение концентрических лифтовых колонн.

Рекомендуется в качестве центральной лифтовой колонны использовать бесшовные сталеполимерные трубы ТГ-49/73-150-115, которые хорошо себя зарекомендовали на месторождении У. Применение данных труб позволит производить установку в короткие сроки (до недели) и без глушения скважины.

В результате проделанной работы были разработаны критерии подбора скважин-кандидатов для оборудования концентрическими лифтовыми колоннами, произведены расчеты параметров работы, определены дебиты, скорости движения газа и устьевые давления. Предполагаемый технологический эффект от применения КЛК на скважине № N до конца разработки месторождения составляет 80–140 млн м³. Так же произведен подбор еще 10 скважин рекомендованных к установке концентрического лифта.

Выполнены прогнозные расчеты экономической эффективности до 2030 года. Были получены следующие значения показателей: чистая

приведенная стоимость 25–30 млн руб., внутренняя норма доходности 13%, индекс рентабельности 4,58, срок окупаемости до 3 лет.

Внутренняя норма доходности превышает ставку дисконта, индекс доходности больше нуля, чистый дисконтированный доход неотрицательный и поэтому проект можно считать эффективным. Анализ чувствительности проекта показал сильное влияние цены реализации на накопленный чистый дисконтированный доход.

С использованием новой технологии могут быть решены вопросы удаления воды из скважин, а также извлечения песчаных пробок, за счет спуска длинномерной лифтовой колонны на требуемую глубину. В процессе эксплуатации скважин с использованием концентрических лифтовых колонн будет возможно регулирование режима работы до последнего дня разработки месторождения.