

Выпускная квалификационная работа

**Тема: «Технология строительства
скважины»**

Автор студент Билинский .С.В.

Слайд 1. Общие сведения о районе буровых работ

| Наименование, единица измерения | Значение (текст, название, величина) |
|---|---|
| 1 | 2 |
| Месторождение | Чаяндинское |
| Расположение (суша, море) | суша |
| Год ввода месторождения в разработку | 1983 |
| Административное положение: - республика | Россия |
| - округ | Республики Саха (Якутия) |
| Температура воздуха: - среднегодовая, °С | -2 |
| - наибольшая летняя, °С | +35 |
| - наименьшая зимняя, °С | -50 |
| Максимальная глубина промерзания грунта, м | 2,4 |

Слайд 2. Стратиграфический разрез скважины

| Стратиграфическое подразделение | | Глубина залегания, м | | Мощность, м | Элементы залегания (падения) пластов по подошве, град. | | Стандартное описание горной породы: полное название, характерные признаки, (структура, текстура, минеральный состав и т. д.) |
|---|---------------------------------|----------------------|--------------|-------------|--|------------|--|
| название | индекс | от (кровля) | до (подошва) | | угол | азимут | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Четвертичные+юрские Q+j | | 0 | 8 | 8 | | | Аллювиальные суглинки, пески и галечники различного петрографического состава. |
| Кембрийская система Верхний - средний отдел Майский, амгтнский ярусы Верхоленская серия Бордонская, свита | Є ₂ -ГБг | 8 | 113 | 105 | нет данных | нет данных | Свита состоит из переслаивающихся красновато-коричневых, бурых, реже зеленовато-серых мергелей, аргиллитов, иногда алевролитистых, переходящих в тонкие прослойки алевролитов. Породы содержат тонкие прослои, линзы и включения гипса и ангидрита, отмечены знаки ряби, трещины усыхания. |
| Кембрийская система Средний отдел Амгинский ярус Метегерская свита | Є ₂ mt | 113 | 239 | 120 | нет данных | нет данных | Представлена переслаиванием светло, темно-серых с желтоватым, зеленоватым оттенками доломитов, участками глинистых, загипсованных, редко известняков с прослоями мергелей и аргиллитов. |
| Средний - нижний отдел Ичерская свита | Є ₁ -ic | 239 | 285 | 46 | нет данных | нет данных | Свита сложена коричневато-серыми, серыми и темно-серыми, мелко-среднезернистыми известняками, часто битуминозными, участками водорослевыми, иногда обломочными, кавер- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Чарская свита | Є ₋₁ cr | 285 | 605 | 320 | нет данных | нет данных | Представлена чередованием пачек каменных солей с серыми, коричневато-серыми тонко-мелкозернистыми доломитами, часто ангидритизированными и глинистыми, с прослоями мергелей, аргиллитов и ангидритов. Каменные соли прозрачные белые, толщиной до 145 м, залегают в подошве чарской свиты. |
| Ботомский ярус Олекминская свита | Є ₋₁ ol | 605 | 707 | 102 | нет данных | нет данных | Сложена серыми и темно-серыми, часто с коричневым оттенком, скрытозернистыми и водорослевыми известняками и доломитами, часто битуминозными, иногда слабо глинистыми. В верхней части отмечается увеличение глинистости отложений. |
| Атдабанский ярус Толбачанская свита Верхняя подсвита | Є ₋₁ tb ₂ | 707 | 982 | 275 | нет данных | нет данных | Верхняя – пласты каменной соли и пачки переслаивания доломитов, мергелей аргиллитов. |
| Нижняя подсвита | Є ₋₁ tb ₁ | 982 | 1084 | 102 | нет данных | нет данных | Сложена переслаиванием сероцветных, иногда зеленоватых или желтоватых доломитов, известняков, ангидритов и мергелей. |
| Эльгянская свита | Є ₋₁ el | 1084 | 1144 | 60 | нет данных | нет данных | Сложена известняками, с редкими тонкими прослоями глинистых доломитов и аргиллитов. Доломиты и известняки битуминозные, водорослевые. |
| Нелбинская свита | Є ₋₁ nb | 1144 | 1197 | 53 | нет данных | нет данных | Сложена доломитами сероцветными с зеленым и коричневым оттенками, неравномерно глинистыми, с примесью алеврового материала, с прослоями аргиллитов и доломитистых известняков. Породы содержат тонкие прослои и включения ангидритов, иногда соли. |
| Юрегинская свита | Є ₁ jur | 1197 | 1454 | 257 | нет данных | нет данных | Сложена мощными пластами каменной соли (256 м), переслаивающихся пропластками серых, зеленовато-коричневато-серых доломитов, аргиллитов, ангидритов и доломитовых мергелей. |

Слайд 3. продолжение

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|----------------------------------|------|------|----|--------------------------------|--------------------------------|---|
| Билирская свита верхняя подсвита | Є ₁ br1 | 1454 | 1498 | 44 | нет данных | нет данных | Сложена известняками и доломитами с подчиненными прослоями мергелей и аргиллитов. Известняки светло-серые, коричневато-зеленовато-серые, микротонкозернистые, прослоями водорослевые, участками мелкокавернозные, иногда доломитистые, местами неясно и нитевидно-слоистые с черными примазками битума на поверхностях наслоения. Доломиты светло-серые и серые, микротонко-зернистые, неравномернослоистые до перехода в доломитовые мергели и аргиллиты, местами окремненные, участками пологоволнисто или тонкогоризонтальнослоистые, с трещинами, заполненными ангидритом. Мергели темно-серые с линзовидными включениями белого ангидрита. В составе свиты выделяется осинский продуктивный горизонт, промышленная нефтегазоносность которого установлена на Талаканском и Средне-Ботуобинском месторождениях, непосредственно примыкающих к Чаяндинскому месторождению. |
| Билирская свита нижняя подсвита | Є ₁ bl1 осинский 2 | 1498 | 1523 | 25 | нет данных | нет данных | Сложена доломитами, с прослоями известняков и аргиллитов. Доломиты серые, коричневато-серые, тонко-мелкозернистые, прослоями водорослевые, участками известковистые до перехода в известняки с включениями голубовато-серого ангидрита, иногда кавернозные и трещиноватые. Часто трещины залечены ангидритом. Аргиллиты зеленовато-серые, плотные, иногда горизонтальнослоистые с редкими пропластками доломитов и включениями ангидритов. |
| Юряхская свита верхняя подсвита | Є ₁ jurh | 1523 | 1563 | 40 | нет данных | нет данных | Сложена доломитами, часто известковистыми, участками глинистыми, известняками с прослоями коричневато-серых доломитовых мергелей и зеленовато-серых аргиллитов. Участками породы мелкокавернозные, пропитаны нефтью |
| Юряхская свита нижняя подсвита | Є ₁ jurh | 1563 | 1582 | 19 | нет данных | нет данных | Отложения юряхской свиты согласно залегают на кудулахской и перекрывается билирской свитой. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Кудулахская свита | Vkd | 1582 | 1673 | 91 | нет данных | нет данных | Свита сложена сероцветными доломитами, известняками, иногда ангидритизированными, с прослоями мергелей и аргиллитов. Количество глинистого материала в разрезе свиты значительно сокращается, по сравнению с подстилающими отложениями успунской свиты. Общая толщина свиты 82-107 м. |
| Успунская свита | Vus | 1673 | 1750 | 77 | нет данных | нет данных | Сложена сероцветными, с коричневым или зеленым оттенками, глинистыми доломитами, доломитовыми мергелями и аргиллитами, с прослоями доломитов ангидритизированных. |
| Бюкская свита верхняя подсвита | Vbk ₂ | 1750 | 1839 | 89 | нет данных | нет данных | Сложена доломитами, ангидрито-доломитами, прослоями доломитовых мергелей и аргиллитов, реже алевролитов и песчаников. |
| Кровля ботуобинского горизонта подошва | V bk1 | 1839 | 1863 | 24 | нет данных нет данных | нет данных нет данных | Сложена преимущественно песчаниками светло-серыми до белых, кварцевыми, реже полевошпато-кварцевыми, разнозернистыми. |

Слайд 4. Физико-механические свойства горных пород

| Индекс стратиграфического подразделения | Интервал, м | | Краткое название горной породы | Плотность, кг/м ³ | Пористость, % | Проницаемость, мкм ² | Глинистость, % | Карбонатность, % | Категория твердости | Коеффициент пластичности | Категория абразивности | Категория породы по промышленной классификации (мягкая, средняя) |
|---|-------------|----------|--|------------------------------|---------------|---------------------------------|----------------|------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|---|
| | от (верх) | до (низ) | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Q+j + E ₂ -ГБг | 0 | 113 | Пески Суглинки Галечники Мергели Доломиты Аргиллиты | 1900 | Нет данных | Нет данных | Нет данных | Нет данных | 1 1 2 3 4 5 | Нет данных | II | M(I) – 2 % M(I) – 2 % M(II) – 1 % C(III) – 40 % C(IV) – 45 % T(V) – 10 % |
| E ₂ mt | 113 | 239 | Доломиты Аргиллиты Мергели | 1900 | то же | То же | то же | то же | 4 5 6 | то же | IV | C(IV) – 10 % T(V) – 50 % T(VI) – 40 % |
| E ₁₋₂ ic | 239 | 285 | Доломиты Известняки | 1900 | то же | То же | то же | то же | 5 6 | то же | IV | T(V) – 50 % T(VI) – 50 % |
| E ₋₁ cr | 285 | 605 | Доломиты Соли Известняки Аргиллиты Диабазы Соли | 1900-2200 | то же | То же | то же | то же | 2 1 6 5 10 2 | то же | II-III Н.д. II-III | M(II) – 40 % M(I) – 45 % K(VI) – 3 % T(V) – 7 % OK(X) – 3 % M(II) – 2 % |
| E ₋₁₀ l | 605 | 707 | Известняки Доломиты | 1900 | то же | То же | то же | то же | 5 6 | то же | III | T(V) – 50 % T(VI) – 50 % |
| E ₋₁₁ tb ₂ - E ₋₁ tb ₁ | 707 | 1084 | Доломиты Известняки Соли Аргиллиты | 1900-2200 | то же | То же | то же | то же | 4 3 1 5 | то же | II-III | C(IV) – 20 % C(III) – 20 % M(I) – 45 % T(V) – 15 % |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|----------------------------------|------|------|--|-----------|-------|-------|-------|-------|------------------|-------|--------|---|
| E _{-1e} l | 1084 | 1144 | Доломиты Известняки Аргиллиты | 2500-2700 | то же | То же | то же | то же | 7 6 5 | то же | III | K(VII) – 20 % K(VI) – 25 % T(V) – 75 % |
| E _{-1nb} | 1144 | 1197 | Доломиты Соли Аргиллиты | 1900-2200 | то же | то же | то же | то же | 4 1 5 | то же | III | C(IV) – 25 % M(I) – 15 % T(V) – 60 % |
| E ₁ jur | 1197 | 1454 | Доломиты Соли Аргиллиты | 1900-2200 | то же | то же | то же | то же | 4 1 5 | то же | II-III | C(IV) – 5 % M(II) – 80 % T(V) – 15 % |
| E ₁ bl | 1454 | 1498 | Доломиты | 2500-2700 | то же | то же | то же | то же | 4 | то же | III | C(IV) – 25 % |
| E ₁ bl ₁ | 1498 | 1523 | Известняки Аргиллиты | | то же | то же | то же | то же | 5 5 | то же | | T(V) – 25 % T(V) – 50 % |
| E ₁ jurh | 1523 | 1563 | Доломиты Известняки | 2500-2700 | то же | то же | то же | то же | 4 5 | то же | III | C(IV) – 20 % T(V) – 15 % |
| E ₁ jurh ₁ | 1563 | 1582 | Мергели Аргиллиты | | то же | то же | то же | то же | 7 5 | то же | | K(VII) – 50 % T(V) – 15 % |
| Vkd | 1582 | 1673 | Доломиты Известняки Мергели Аргиллиты | 2500-2700 | то же | то же | то же | то же | 4 5 7 5 | то же | III | C(IV) – 25 % T(V) – 15 % K(VII) – 50 % T(V) – 10 % |
| Vusp | 1673 | 1750 | Доломиты Аргиллиты | 1900 | то же | то же | то же | то же | 5 5 | то же | III | T(V) – 20 % K(V) – 80 % |
| Vbk ₂ | 1750 | 1839 | Доломиты | 2200 | то же | то же | то же | то же | 3 | то же | | C(III) – 5 % |
| Vbk ₁ | 1839 | 1863 | Мергели, Песчаники Аргиллиты | | то же | то же | то же | то же | 7 7 5 | то же | V | K(VII) – 20 % K(VII) – 70 % T(V) – 5 % |

Слайд 5. Нефтеносность

| Индекс страти- графического подраз- деления | Интервал | | Тип коллек- тора | Плотность, г/см ³ | | Подвиж- ность, Д/сП | Содер- жание серы, % по весу | Содер- жание пара- фина, % по весу | Сво- бойный дебит, м ³ /сут | Параметры растворённого газа | | | | | |
|---|--------------|-------------|----------------------|------------------------------|-------------------------|---------------------------|--|---|---|--|---|--|--|--|--|
| | от (верх) | до (низ) | | в плас- товых условиях | после дегаза- ции | | | | | газовый фактор, м ³ /м ³ | содер- жание серо- водо- рода, % | содер- жание углеки- слового газа, % | относи- тельная плот- ность газа | коэф- фици- ент сжи- мае- мости | давле- ние насы- щения в плас- товых услови- ях, МПа |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Vbk1 | 1860 | 1872 | Порово- трещинный | 830 | - | 0,2 | 0,81 | - | 30-38 | 79 | - | 0,11 | - | - | - |

Слайд 6.Газоносность

| Индекс стратиграфического подразделения | Интервал | | Тип коллектора | Состояние (газ, конденсат) | Содержание, % по объёму | | Относительная по воздуху плотность газа | Коэффициент сжимаемости газа в пластовых условиях | Свободный дебит, тыс.м ³ /сут. | Плотность газо-конденсата, г/см ³ | | Фазовая проницаемость, мД |
|---|-----------|----------|------------------|----------------------------|-------------------------|------------------|---|---|---|--|-------------------|---------------------------|
| | от (верх) | до (низ) | | | сероводорода | углекислого газа | | | | в пластовых условиях | на устье скважины | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Vbk1 | 1839 | 1860 | Порово-трещинный | газ | - | - | 0,6 | - | 450 | - | - | - |

Водоносность

| Индекс стратиграфического подразделения | Интервал, м | | Тип коллектора | Плотность, кг/м ³ | Дебит, м ³ /сут. | Химический состав, мг-экв/л | | | | | | Минерализация общая, г/л | Относительно к источнику питьевого водоснабжения (да, нет) |
|--|-------------|----------|-------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------|------------------|--------------------------|--|
| | от (верх) | до (низ) | | | | Анионы | | | Катионы | | | | |
| | | | | | | Cl ⁻ | SO ₄ ⁻ | HCO ₃ ⁻ | Na ⁺ K ⁺ | Mg ⁺⁺ | Ca ⁺⁺ | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| E _{2mt} - E _{1-2ic} | 259 | 424 | кавернозно-трещеноватый | 1100-1200 | 10-20 | 77-84 | 54-81 | 0,9-2,8 | 97-102 | 22-24 | 16-31 | 8,5-10 | Нет |
| E _{-10l} - E _{-1el} | 790 | 1280 | кавернозно-трещеноватый | 1100-1200 | 0,5-55 | 183-4935 | 31-72 | 1,0-2,6 | 158-1571 | 37-592 | 45-1801 | 40-110 | нет |
| E _{1bl} - V-E _{1jurn1} | 1589 | 1715 | кавернозно-трещинный | 1270-1280 | 1,5-10 | 6528-7899 | 0,01-0,56 | 51-64 | 1104-1604 | 806-1365 | 4122-4945 | 350-440 | нет |

С лайд 7. Возможные осложнения при строительстве скважины

Осыпи и обвалы стенок скважины

| Интервал, м | | Вид, характеристика осложнения | Условия возникновения осложнений | Осложнения при бурении скважин аналогов* |
|-------------|----------|---------------------------------|---|---|
| от (верх) | до (низ) | | | |
| 0 | 210 | Размывы устья и стенок скважины | Растепление мерзлых неустойчивых пород, набухание глин и мергелей | Скв. №321-59ЧНГКМ - в инт. 30-50 м вскрыта зона поглощения, ликвидированная закачкой ВУС и установкой цементоста. |

Слайд 8. Поглощение бурового раствора

| | | | | |
|-----|-----|---|--|--|
| 210 | 280 | Поглощение промышленной жидкости Су-женье ствола скважины в интервалах залегания гипсов и кавернозных доломитов | Наличие гипсов, склонных к набуханию, образование шламовых корок в интервалах кавернозно-поровых доломитов | <u>Скв. №321-66 ЧНГКМ-</u> в инт. 32-49 м вскрыта зона поглощения, ликвидированная закачкой ВУС. <u>Скв. №321-66 ЧНГКМ-</u> в инт. 98-112м (mt) вскрыта зона поглощения, закачка ВУС и установка цементостов результата не дали. Бурение на воде без выхода циркуляции и спуск 324 мм кондуктора на 400 м. |
| 280 | 710 | Возможно поглощение ПЖ. В интервале 574-715 м ожидается наличие траппов с интенсивностью поглощения ПЖ 4-10 м ³ /ч Отложения каменной соли залегают в интервале 435-600 м. | Интенсивная трещиноватость и закарстованность карбонатных пород | <u>Скв. №321-09 Чайдинская</u> – с гл. 610м (олекминская свита) поглощение ПЖ от 5 до 40 м ³ /час, прекратилось в процессе бурения при забое 638м. <u>Скв. №321-14 Чайдинская</u> – с гл. 669м (олекминская свит) поглощение ПЖ 5-7 м ³ /час, ликвидировано прокачкой ВУС. |

Слайд 9. продолжение

| | | | | |
|------|------|---|---|---|
| 897 | 1435 | Поглощение промывочной жидкости Размывы стенок скважины Осыпи и обвалообразования. Соли залегают в интервале 1170 - 1435 м. | Зоны трещиноватости различной интенсивности, встречающиеся на разных стратиграфических уровнях. Недостаточно насыщенная NaCl промывочная жидкость | Скв. №810 Талаканская – с гл. 1003м (юрегинская свита) нефтегазопрооявление при плотности ПЖ 1,18-1,20 г/см ³ . Скв. №360-0 3-Талаканская – при забое 1165 м (юрегинская свита) нефте-газопрооявление при плотности ПЖ 1,18-1,20 г/см ³ |
| 1435 | 1900 | Поглощение промывочной жидкости Нефтегазопрооявления | Зоны трещиноватости различной интенсивности/ Недостаточная репрессия на пласт | Скв. №321-19 Чаяндинская – при забое 1460м (билирская свита) газирование ПЖ при плотности 1,20-1,21 г/см ³ , с гл. 1539м (юржская свита) поглощение ПЖ 15-20 м ³ /час, ликвидировано прокачкой ВУС. Скв. №321-20 Чаяндинская – с гл. 1860м (ботуобинский горизонт) поглощение ПЖ интенсивностью 2 м ³ /час, |

Слайд 10. Основные сведения по скважине

| Наименование | Значение |
|---|--|
| Площадь (месторождение) | чаяндинское |
| Цель бурения/ назначение скважин | эксплуатационное бурение |
| Вид скважины (вертикальная, горизонтальные, кустовая) | наклонно-направленные трехинтервальный профиль |
| Расположение района строительства | Суша |
| Тип буровой установки | БУ2000/125ЭП |
| Назначение скважин | добыча углеводородного сырья, закачка жидкости в целях поддержания пластового давления |
| Глубина кровли по вертикали продуктивного (базисного) пласта, м По вертикали | 1857 |

Слайд 11. Технологическая часть

Тогда минимально необходимая глубина спуска кондуктора(по вертикали) определится так:

$$L_{K_{\min}} = \frac{1,05 \times P_v \times H_{кр}}{0,95 \times C \times H_{кр} - 1,05 \times (P_{пл} - P_v)}$$

где:

P_v — ожидаемое максимальное давление на устье во время нефтегазопроявления при закрытом устье скважины, кгс/см²;

$P_{пл}$ — пластовое давление проявляющего горизонта, кгс/см²;

$H_{кр}$ — глубина кровли(по вертикали) проявляющего горизонта, м;

C — градиент гидроразрыва пород в зоне башмака кондуктора.

Таким образом, минимально необходимая глубина спуска кондуктора(по вертикали) будет равна:

$$L_{K_{\min}} = \frac{1,05 \times 93,54 \times 1857}{0,95 \times 0,179 \times 1857 - 1,05 \times (221,2 - 93,54)} = 598 \text{ м}$$

Проверочный расчёт глубины спуска кондуктора на условие предотвращения гидроразрыва пород у его башмака

Давление гидроразрыва пород у башмака кондуктора равно произведению его глубины и соответствующего градиента гидроразрыва горных пород а в нашем случае составит:

$$P_{грп598} = 598 \times 0,18 = 107,64 \text{ кгс/см}^2.$$

Внутренне давление у башмака кондуктора при возможном газонефтеводопроявлении и закрытом устье скважины определится по формуле $P_b = P_{пл} - 0,1 \times \rho_n \times (H_{кр} - H_k)$ и в нашем случае будет равно:

$$P_b = 221,2 - 0,1 \times 0,777 \times (1857 - 598) = 123,37 \text{ кгс/см}^2$$

Запас прочности горных пород на гидроразрыв у башмака кондуктора при этом составит:

$$n = 107,64 / 123,37 = 0,87$$

Слайд 12. Градиенты пластового давления и давления гидроразрыва

Расчёт значений эквивалентов давлений
Для пластовых давлений по интервалам:

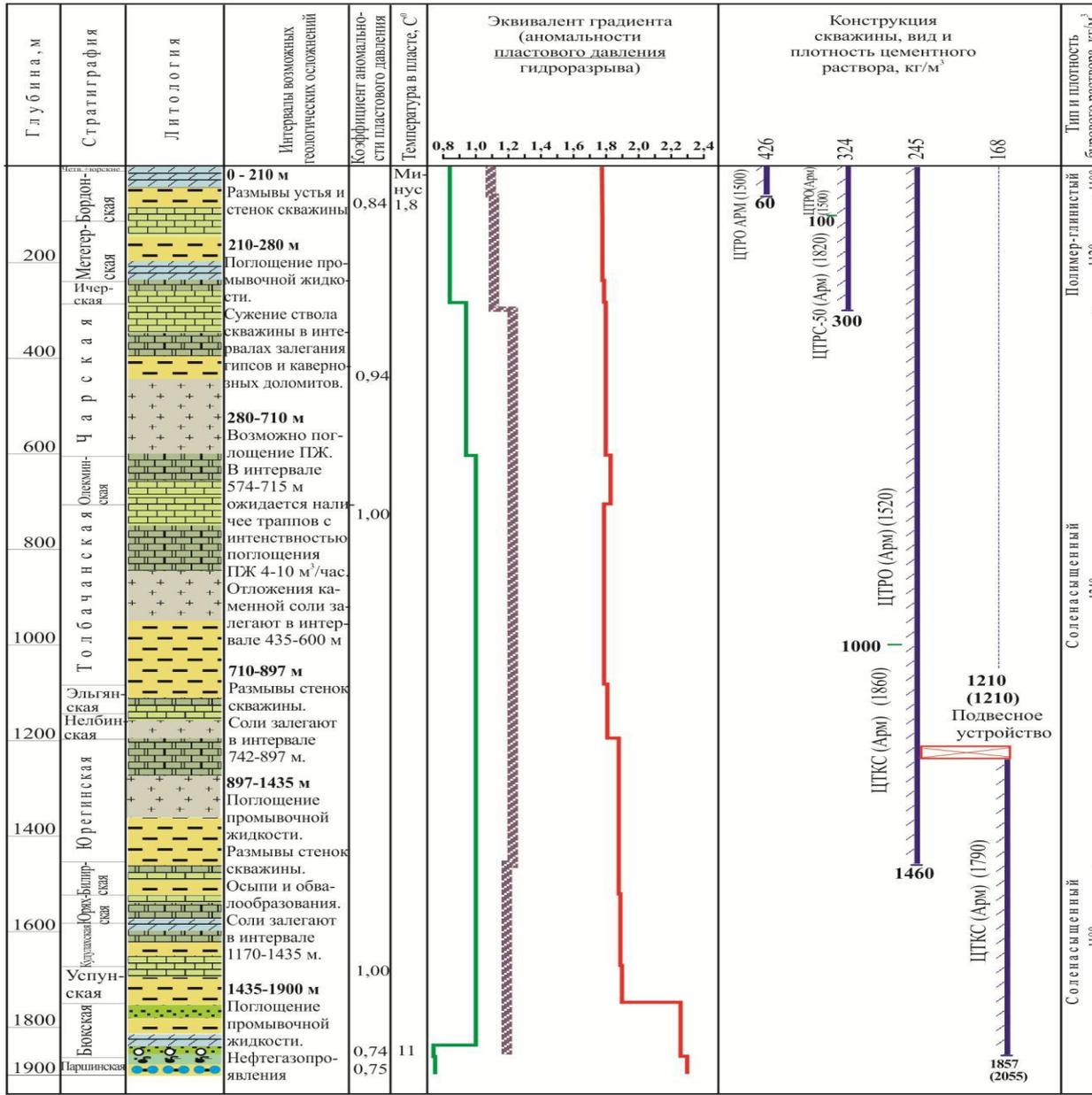
| | |
|-----|--|
| 1. | $\text{grad}P_{\text{пл-}z1} = 0,18/(0,01 \cdot 50) = 0,84$ |
| 2. | $\text{grad}P_{\text{пл-}z2} = 1.2/(0,01 \cdot 100) = 0,84$ |
| 3. | $\text{grad}P_{\text{пл-}z3} = 2.4/(0,01 \cdot 300) = 0,84$ |
| 4. | $\text{grad}P_{\text{пл-}z4} = 4.9/(0,01 \cdot 500) = 1$ |
| 5. | $\text{grad}P_{\text{пл-}z5} = 7,1/(0,01 \cdot 700) = 1$ |
| 6. | $\text{grad}P_{\text{пл-}z6} = 9/(0,01 \cdot 900) = 1$ |
| 7. | $\text{grad}P_{\text{пл-}z7} = 10.5/(0,01 \cdot 1100) = 1$ |
| 8. | $\text{grad}P_{\text{пл-}z8} = 18.5/(0,01 \cdot 1300) = 1$ |
| 9. | $\text{grad}P_{\text{пл-}z9} = 19.8/(0,01 \cdot 1500) = 1$ |
| 10. | $\text{grad}P_{\text{пл-}z10} = 23.4/(0,01 \cdot 1700) = 1$ |
| 11. | $\text{grad}P_{\text{пл-}z11} = 31.5/(0,01 \cdot 1857) = 0,74$ |

Расчёт значений давления гидроразрыва (поглощение). Для давлений гидроразрыва (поглощений) по интервалам:

| | |
|-----|---|
| 1. | $\text{grad } P_{\text{гр-}z1} = 0,18/ (0,01 \cdot 50) = 0.01$ |
| 2. | $\text{grad } P_{\text{гр-}z2} = 2.15/ (0,01 \cdot 100) = 0,012$ |
| 3. | $\text{grad } P_{\text{гр-}z3} = 4.5/ (0,01 \cdot 300) = 0,013$ |
| 4. | $\text{grad } P_{\text{гр-}z4} = 9.78/ (0,01 \cdot 500) = 0,014$ |
| 5. | $\text{grad } P_{\text{гр-}z5} = 14.84/ (0,01 \cdot 700) = 0,015$ |
| 6. | $\text{grad } P_{\text{гр-}z6} = 19.2/ (0,01 \cdot 900) = 0,016$ |
| 7. | $\text{grad } P_{\text{гр-}z7} = 23/ (0,01 \cdot 1100) = 0,017$ |
| 8. | $\text{grad } P_{\text{гр-}z8} = 44.2/ (0,01 \cdot 1300) = 0,018$ |
| 9. | $\text{grad } P_{\text{гр-}z9} = 47.86/ (0,01 \cdot 1500) = 0,019$ |
| 10. | $\text{grad } P_{\text{гр-}z10} = 57.91/ (0,01 \cdot 1700) = 0,02$ |
| 11. | $\text{grad } P_{\text{гр-}z10} = 75.33/ (0,01 \cdot 1857) = 0,021$ |

Слайд 13. График современных давления

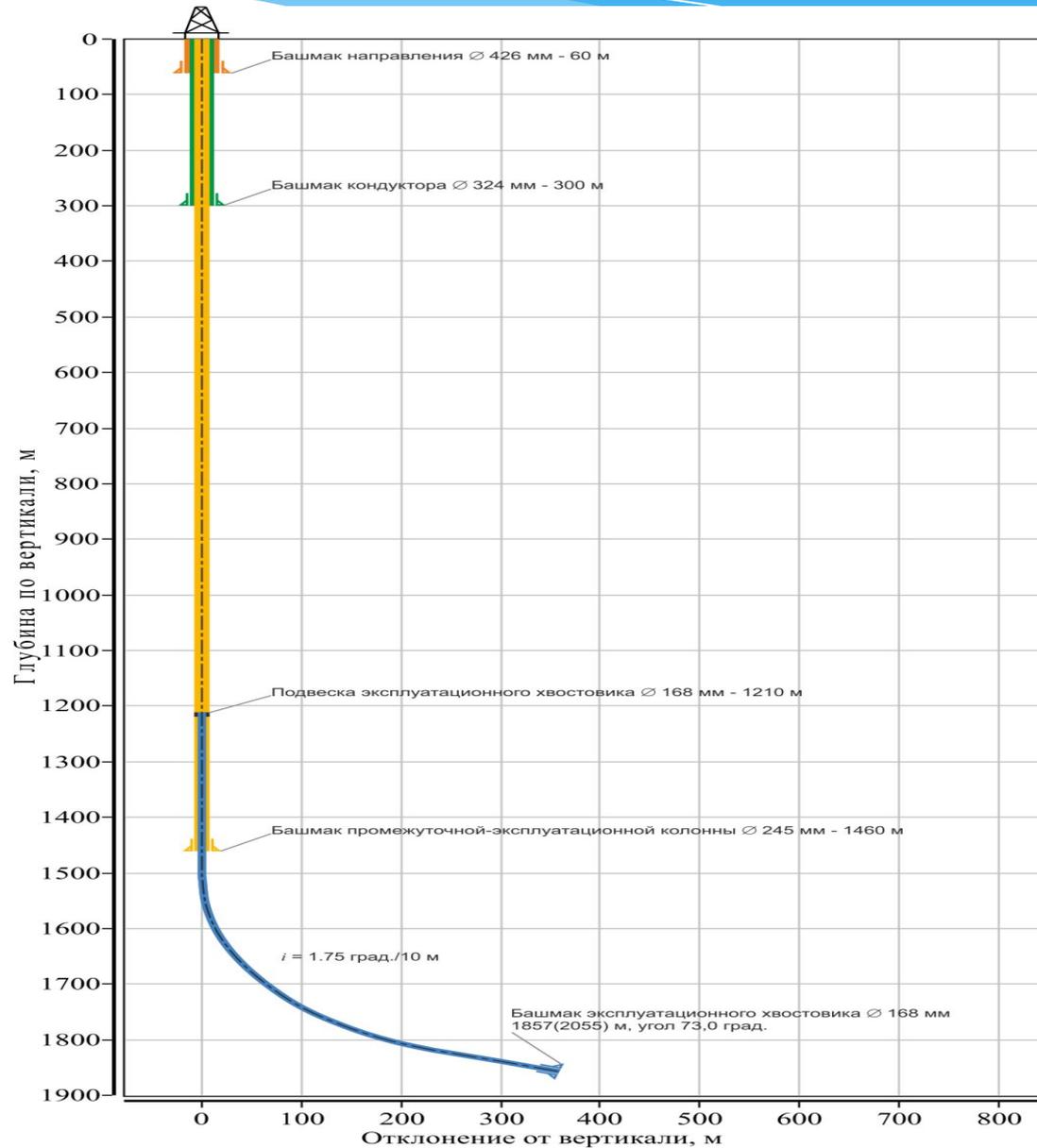
Чаяндинское НГКМ эксплуатационные скважины



Слайд 14. Расчет диаметров колонн и ДОЛОТ

| Наименование колонн | Интервал спуска по вертикали (по стволу), м | Диаметр колонн, мм | Нормативные документы на изготовление | Тип резьбового соединения | Тип тампонажного раствора | Интервал подъема тампонажного раствора, м | Плотность тампонажного раствора, кг/м ³ |
|----------------------------------|---|--------------------|---------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Направление | 0-60 | 426 | ТУ 14-158-121-2005 | Батресс | ЦПРО-АРМ | 60-0 | 1500 |
| Кондуктор | 0-300 | 324 | ТУ 14-3Р-82-2005 | ТМК FMC | ЦТРС-50 (Арм) | 300 - 200 | 1820 |
| | | | | | ЦПРО (Арм) | 200 - 0 | 1500 |
| | | | | | ЦТКС (Арм) | 1460 – 860 | 1860 |
| Промежуточная - эксплуатационная | 0-1460 | 245 | ТУ14-3Р-82-2005 | ТМК FMC | ЦПРО (Арм) | 860 – 0 | 1520 |
| Эксплуатационный хвостовик | 1210-1857 (1210-2055) | 168 | ТУ14-3Р-82-2005 | ТМК GF | ЦТКС (Арм) | 1857-1210 | 1790 |

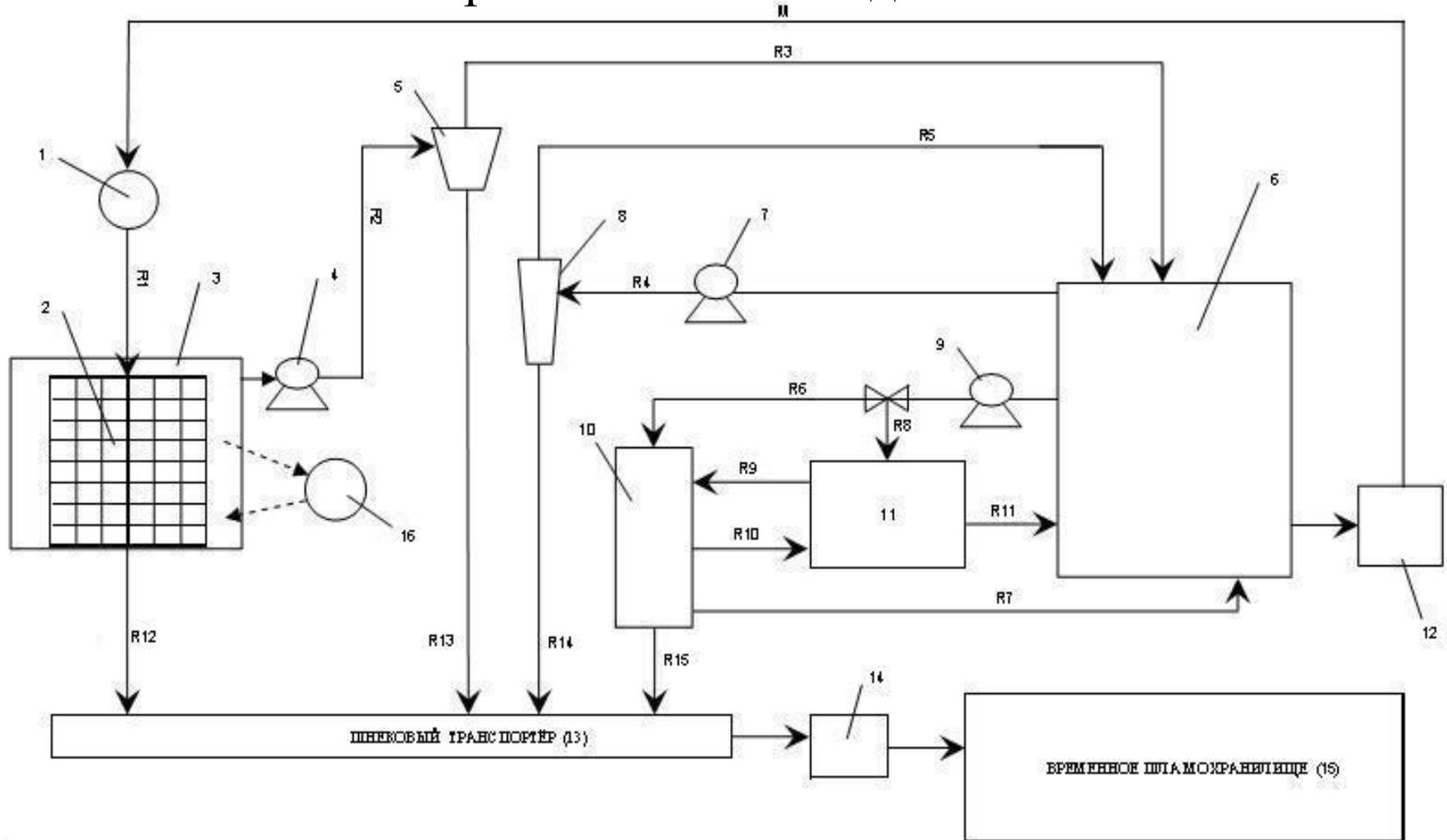
Слайд 15. Профиль ствола скважины



Слайд 16. Составы и свойства промывочных жидкостей по проекту скважины

| Тип бурового раствора | Интервал бурения, м | | Плотность, кг/м ³ | Условная вязкость, с | Показатель фильтрации по ВМ-6, см ³ /30 мин | Корка, мм | Коэффициент трения глинистой корки, по ФСК | СНС, дПа | | рН | Реологические параметры | | Содержание ТФ, % | Содержание песка, |
|--|---------------------|----------------|------------------------------|----------------------|--|-----------|--|----------|--------|------|--------------------------------|-------------------------------------|------------------|-------------------|
| | от (верх) | до (низ) | | | | | | 1 мин | 10 мин | | пластическая вязкость, мПа · с | динамическое напряжение сдвига, дПа | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| При бурении под направление | | | | | | | | | | | | | | |
| полимер-глинистый | 0 | 60 | 1100 | 80-н/т | 8-10 | <2,0 | < 0,35 | 15-30 | 25-70 | 8-9 | 15-20 | 60-100 | 6-10 | < 2 |
| При бурении под кондуктор | | | | | | | | | | | | | | |
| полимер-глинистый | 60 | 300 | 1120 | 60-80 | 8-10 | <2,0 | < 0,30 | 15-30 | 25-70 | 8-9 | 15-20 | 60-100 | 6-10 | < 2 |
| При бурении под промежуточную - эксплуатационную колонну | | | | | | | | | | | | | | |
| соленасыщенный | 300 | 1460 | 1240 | 30-50 | 6-8 | < 1,0 | < 0,30 | 10-25 | 20-50 | 8-10 | 14-18 | 60-100 | - | < 1 |
| При бурении под эксплуатационный хвостовик | | | | | | | | | | | | | | |
| соленасыщенный | 1460 | 1857 (2055) | 1180 | 30-50 | < 2 | < 1,0 | < 0,25 | 10-25 | 20-50 | 8-10 | 14-18 | 60-90 | - | < 1 |

Слайд 17. Техника и технология приготовления и очистки буровых промывочных жидкостей



Принципиальная схема системы очистки бурового раствора

Слайд 18. Оборудование для приготовления и очистки буровых растворов при бурении с буровой установки «БУ 4500/270 ЭК-БМ

| Наименование оборудования | Типоразмер или шифр | Количество комплектов, штук | Нормативные документы на изготовление | Интервал применения, м | |
|------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|------------------------|------|
| | | | | от | до |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Вибросито | Деррик 503 | 2 | Импорт | 0 | 2055 |
| Модуль тонкой очистки | М4 | 1 | Импорт | 0 | 2055 |
| Модуль обслуживания | Насос Magnum mission | 2 (100 л.с.+75 л.с.) | Импорт | 0 | 2055 |
| Дегазатор | Каскад-40, Каскад-40М | 2 | ТУ 39-00147001-143-96 | 300 | 2055 |
| Гидроворонка | Double Life Corporation 6" | 1 | Импорт | 0 | 2055 |
| Центрифуга с регулируемым приводом | Derrick 1000 GBD | 2 | Импорт | 300 | 2055 |
| Винтовой насос | Борнеманн EH 600 | 2 | Импорт | 300 | 2055 |
| Сито-конвейер | Фло-Лайн "Деррик" 28/200 | 1 комплект | Импорт | 0 | 300 |
| Сито-гидроциклон | Деррик 503 | 1 | Импорт | 0 | 300 |

Слфйд 19. Углубление скважины

Способы, режимы бурения, расширения, шаблонировки (проработки) ствола скважины и применяемые кнбк

| Интервал бурения по стволу, м | Типоразмер, шифр долот и элементов КНБК | Характеристика долот и элементов КНБК | | | | Механическая скорость бурения, м/ч | Норма проходки, м | Расход долот, расширителей (бурение/ проработка), шт. |
|---|---|---------------------------------------|-----------------|-------------------------|-----------|------------------------------------|-------------------|---|
| | | нормативные документы на изготовление | схема промывки | количество насадок, шт. | тип опоры | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Бурение под направленье диаметром 426 мм | | | | | | | | |
| 0-60 | III 490 С-ЦВ- R705 | ТУ 3664-874-05749180-98 | Центральная | 1 | Открытая | 4,08 | 70 | 0,85/0,15 |
| | КС 490 СТ | ТУ 3663-015-70587573-03 | | | | | 900 | 0,10x2/0,03x2 |
| Разбуривание цементного стакана | III 393,7С-ЦВ | ТУ 3664-874-05749180-98 | Центральная | 1 | Открытая | 10,0 | 50 | 0,5 |
| Бурение под кондуктор диаметром 324 мм | | | | | | | | |
| 60-300 | III 393,7 СЗ- ЦГВУ- R174 | ТУ 3664-874-05749180-98 | Комбинированная | 4 | Открытая | 5,60 | 120 | 2,00/0,5 |
| | КС 393,7 СТ | ТУ 3663-015-70587573-03 | | | | | 900 | 0,30x2/0,10x2 |
| Разбуривание цементного стакана | III 295,3 М-ГВ R187 | ТУ 3664-874-05749180-98 | Боковая | 3 | Открытая | 10,0 | 50 | 0,5 |

Слайд 20. Компоновка низа бурильной колонны (КНБК)

| Условный номер КНБК | Элементы КНБК | | | | | |
|--|--|---------------------------------------|---------------------------|----------|---------|------|
| | Типоразмер, шифр | Нормативные документы на изготовление | Наружный диаметр, мм | Длина, м | Вес, кН | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Бурение под направление диаметром 426 мм | | | | | | |
| 1 | Долото Ш 490,0 | ТУ 3664-874-05749180-98 | 490,0 | 0,48 | 3,00 | |
| | Труба УБТС-С-229 | ТУ ЗРГ-200-2003 | 229,0 | 16,6 | 45,07 | |
| | Калибратор КС-490 СТ | ТУ 3663-015-70587573-2003 | 490,0 (-2,0)* | 1,15 | 5,60 | |
| | Труба УБТС-С-229 | ТУ ЗРГ-200-2003 | 229,0 | 8,3 | 22,54 | |
| | Калибратор КС-490 СТ | ТУ 3663-015-70587573-2003 | 490,0 (-5,0)* | 1,15 | 5,60 | |
| | Труба УБТС-С-203 | ТУ ЗРГ-200-2003 | 203,0 | 16,60 | 35,37 | |
| | Труба ПК-127х9 Д3 (Замок ЗП-162-95-2) | ГОСТ Р 50278-92 | 127,0 | 15,72 | 4,91 | |
| 2 | Долото Ш 393,7 | ТУ 3664-874-05749180-98 | 393,7 | 0,45 | 1,74 | |
| | Труба ПК-127х9 Д3 (Замок ЗП-162-95-2) | ГОСТ Р 50278-92 | 127,0 | 59,55 | 18,59 | |
| Бурение под кондуктор диаметром 324 мм | | | | | | |
| 3 | Долото Ш 393,7 | ТУ 3664-874-05749180-98 | 393,7 | 0,35 | 1,72 | |
| | Амортизатор АН-240 | ТУ 3663-060-70587573-04 | 240,0 | 2,30 | 6,50 | |
| | Труба УБТС-С-229 | ТУ ЗРГ-200-2003 | 229,0 | 24,9 | 67,60 | |
| | Калибратор КС-393,7 СТ | ТУ 3663-015-70587573-03 | 393,7 (-4,5)* | 1,10 | 4,85 | |
| | Труба УБТС-С-203 | ТУ ЗРГ-200-2003 | 203,0 | 8,30 | 17,69 | |
| | Калибратор КС-393,7 СТ | ТУ 3663-015-70587573-03 | 393,7 (-7,0)* | 1,10 | 4,85 | |
| | Труба УБТС-С-203 | ТУ ЗРГ-200-2003 | 203,0 | 49,80 | 106,12 | |
| | Труба УБТС-С-165 | ТУ ЗРГ-200-2003 | 165,0 | 24,9 | 33,84 | |
| | Труба ПК-127х9 -Д3 (Замок ЗП-162-95-2) | ГОСТ Р 50278-92 | 127,0 | 187,25 | 58,46 | |
| | 4 | Долото Ш 295,3 | ТУ 3664-874-05749180-98 | 295,3 | 0,30 | 0,82 |
| Труба ПК-127х9 -Д3 (Замок ЗП-162-95-2) | | ГОСТ Р 50278-92 | 127,0 | 299,70 | 93,57 | |
| Бурение под промежуточную-эксплуатационную колонну диаметром 245 мм | | | | | | |
| 5 | Долото 295,3 | ТУ 3664-035-05749180-03 | 295,3 | 0,32 | 0,90 | |
| | Уплотнитель стенок УСС-295,3.100 | ТУ 3664-005-00145885-09 | 295,3 | 0,79 | 1,98 | |
| | Винтовой двигатель ДР1-240 | ТУ 3666-005-1403039-2005 | 240,0 | 8,32 | 18,53 | |
| | Клапан обратный КОБ 203х3-171 | ТУ 3666-006-27005283-2001 | 203,0 | 0,45 | 0,65 | |
| | Труба УБТС-С-203 | ТУ ЗРГ-200-2003 | 203,0 | 16,60 | 35,37 | |
| | Калибратор КС-295,3 СТ | ТУ 3663-015-70587573-03 | 295,3 (-4,3)* | 0,87 | 2,80 | |
| | Труба УБТС-С-203 | ТУ ЗРГ-200-2003 | 203,0 | 8,30 | 17,69 | |
| | Калибратор КС-295,3 СТ | ТУ 3663-015-70587573-03 | 295,3 (-6,9)* | 0,87 | 2,80 | |
| | Труба УБТС-С-203 | ТУ ЗРГ-200-2003 | 203,0 | 49,80 | 106,12 | |
| | Труба УБТС-С-165 | ТУ ЗРГ-200-2003 | 165,0 | 24,9 | 33,84 | |
| | Труба ПК-127х9 Д3 (Замок ЗП-162-95-2) | ГОСТ Р 50278-92 | 127,0 | 1349,57 | 421,34 | |
| | 6 | Долото Ш 215,9 | ТУ 3664-874-05749180-98 | 215,9 | 0,25 | 0,35 |
| | | Клапан обратный КОБ 178х3-147 | ТУ 3666-006-27005283-2001 | 178,0 | 0,41 | 0,45 |
| Труба ПК-127х9 Д3 (Замок ЗП-162-95-2) | | ГОСТ Р 50278-92 | 127,0 | 1459,34 | 455,61 | |
| Бурение под эксплуатационный хвостовик диаметром 168 мм | | | | | | |
| 7 | Долото 215,9 | ТУ 3664-035-05749180-03 | 215,9 | 0,28 | 0,47 | |
| | Калибратор КС-215,0 СТ | ТУ 3663-015-70587573-03 | 215,0 | 0,46 | 0,62 | |

Слайд 21. Бурильные трубы

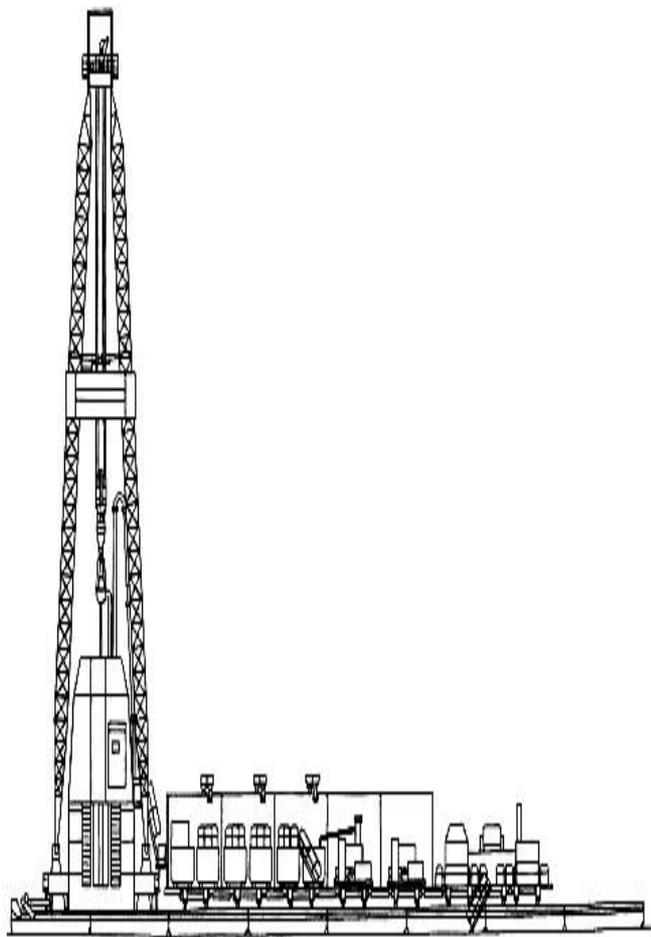
Типы бурильные трубы

| Диаметр, мм | Толщина стенки, мм | Группа проч- ности стали | Предел текучести стали, МПа | $R_{вн}$, МПа | $R_{см}$, МПа | $R_{тек}$ МПа |
|----------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| 426 | 10,0 | J 55 | 379 | 15,6 | 3,9 | 15,6 |
| 324 | 9,5 | J 55 | 379 | 19,5 | 8,6 | 19,5 |
| 245 | 11,05 | P110 | 758 | 60,0 | 30,5 | 60,2 |

Слайд 22. Оснастка талевой системы

| Наименование и диаметр колонн | Наименование элемента оснастки | Шифр элемента оснастки | Нормативные документы на изготовление | Техническая характеристика | | | | Количество, шт. | Расстояние установки от устья, м |
|--|--------------------------------|------------------------|---------------------------------------|----------------------------|------------|-------------------|---------|-----------------|--|
| | | | | диаметр, мм | | длина (высота), м | вес, кН | | |
| | | | | наружный | внутренний | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Направление, 426 мм | Башмак | БКБ 426 | ТУ 3663-079-00744002-2010 | 451 | 220 | 0,425 | 1,45 | 1 | 60 50 в интервале: 0-60 м через 20 м |
| | Клапан | ЦКОД1.426 | ТУ 3663-060-00744002-04 | 451 | - | 0,420 | 1,07 | 1 | |
| | Центратор пружинный | ЦЦ 2-426/490 | ТУ 3663-032-00136596-04 | 555 | 43 0 | 0,64 | 0,26 | 4 | |
| | Пробка (нижняя) | ПЦН-426 ПЦВ-426 | ТУ 3663-001-47365909-2008 | 420 | - | 0,49 | 0,65 | 1 | |
| | Пробка (верхняя) | | ТУ 3663-001-47365909-2008 | 420 | - | 0,49 | 0,65 | 1 | |
| Кондуктор, 324 мм | Башмак | БКБ 324 | ТУ 3663-079-00744002-2010 | 351 | 160 | 0,39 | 0,85 | 1 | 300 288 в интервале: 0-300 м через 36 м - - |
| | Клапан | ЦКОД1.324 | ТУ 3663-060-00744002-04 | 351 | 300 | 0,40 | 0,92 | 1 | |
| | Центратор пружинный | ПЦ324/394 | ТУ 3663-093-00744002-2010 | 448 | 329 | 0,68 | 0,133 | 9 | |
| | Пробка (нижняя) | ПЦН-324 ПЦВ-324 | ТУ 3663-001-47365909-2008 | 317 | - | 0,40 | 0,28 | 1 | |
| | Пробка (верхняя) | | ТУ 3663-001-47365909-2008 | 317 | - | 0,40 | 0,28 | 1 | |
| Промежуточная - эксплуатационная колонна, 245 мм | Башмак | БКБ-245 | ТУ 3663-079-00744002-2010 | 270 | 120 | 0,378 | 0,53 | 1 | 1460 1448 в интервале: 0-300 м через 48м 300-1460 м через 36 м в интервале: 0-300 м через 36 м в интервале: 300-1460 м через 36 м - - |
| | Клапан | ЦКОД1.245 | ТУ 3663-060-00744002-2004 | 270 | 220 | 0,378 | 0,53 | 1 | |
| | Центратор пружинный | ПЦ245/295-02 | ТУ 3663-093-00744002-2010 | 327 | 249 | 0,68 | 0,09 | 7 | |
| | Центратор гурбулизатор | ЦТГ-245/295 | ТУ 3663-032-00136596-04 | 286 | 250 | 0,34 | 0,24 | 9 | |
| | Скребок тросовый | РСТ245/400-3,8-2 | ТУ3663-167-00744002-2013 | 400 | 247,5 | 0,190 | 0,039 | 32 | |
| | Пробка (нижняя) | ПЦН-245 ПЦВ- | ТУ 3663-001-47365909-2008 | 233 | - | 0,295 | 0,10 | 1 | |
| | Пробка (верхняя) | 245 | ТУ 3663-001-47365909-2008 | 233 | - | 0,295 | 0,10 | 1 | |

Слайд 23 типа буровой установки



| Параметры | БУ 3200/200ЭУК-2М2, БУ 3200/200ЭУК-2М2У, БУ 3200/200ЭУК-2М2Я |
|---|--|
| Допускаемая нагрузка на крюке, кН | 2000 |
| Условная глубина бурения, м | 3200 |
| Скорость подъема крюка при расхаживании колонны, м/с | 0,2±0,05 |
| Скорость подъема элеватора (без нагрузки), м/с, не менее | 1,5 |
| Расчетная мощность на входном валу подъемного агрегата, кВт | 670 |
| Диаметр отверстия в столе ротора, мм | 700 |
| Расчетная мощность привода ротора, кВт, не более | 370 |
| Мощность бурового насоса, кВт | 950 |
| Вид привода | Э |
| Площадь подсвечников для размещения свечей диаметром 114 мм, м2 | 4000 |
| Высота основания (отметка пола буровой), м | 7,2 |
| Просвет для установки блока превенторов, м | 5,7 |