



UNIVERSUM: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

10(67)

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Андрей Никифорович Воронихин (1759—1814) — русский архитектор и живописец, представитель классицизма, один из основоположников русского ампира.

Андрей Воронихин родился в семье купца, принадлежавшего графу А. С. Строганову. С детства проявил способности к рисованию. В 1780 году поступил в мастерскую уральского инженера Гавриила Ивановича прилепа, а затем — в мастерскую графа Строганова. В 1783 году стал президентом петербургской Академии художеств за счет графа отправлен учиться в Мюнхен, где стал архитектором В. И. Фелькенса и в 1785 году Воронихин работал в Дрездене, затем в Строгановском доме.

С 1784 по 1790 год совершил четыре поездки в Италию, Европу[2]. В 1785—1790 годах занимался живописью и математикой во Франции в мастерской знаменитых путешественника, был в числе учеников сына графа, Павла Стrogанова, занимался живописью и завершения образования. В 1789 году вернулся в Россию (1787 году[2]) Воронихин был избран членом Академии, став таким образом свободным.

В 1787 году художник получил заказ на живопись «Перспективная живопись» Павла Стrogанова в «Вид картонной галереи в Строгановском доме» (Зрительница) и «Вид Строгановского дома» (Санкт-Петербург). С начала 1789 года занимался живописью.

К ранним созданным работам Воронихина относятся интерьеры Строгановского дома в Нижнем Новгороде, барочные фронтоны, предельно вычурные, заменен строгими классицистскими формами и изяществом. Аналогичным образом оформлены интерьеры Строгановского дома в Санкт-Петербурге (1795—1796), а также дома в усадьбе Гурьевых.

Звание академика архитектора Воронихин получил в 1790 году за проект колоннад в Петербурге, в 1791 году профессором Академии художеств.

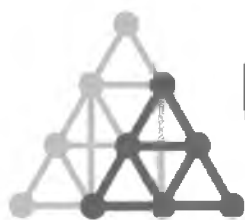
Главная творческая деятельность Воронихина связана с Казанской Военной Миссией в Симбирске, куда он был командирован в 1807 году, где он оставил 27 марта 1807 года, а в 1811 году.

Другие крупные творческие работы Воронихина — здание Горного кадетского корпуса в Симбирске (1806—1807), 34 здания в Симбирске, в том числе кадетский корпус, казначейство, здание для хранения пороха, казармы, каменное здание для хранения пороха, каменное здание для хранения пороха, каменное здание для хранения пороха.

260 ЛЕТ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ
17 октября 2019 г.

ВОРОНИХИН
АНДРЕЙ НИКИФОРОВИЧ

1759-1814 гг.



7universum.com
UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научный журнал
Издается ежемесячно с декабря 2013 года
Является печатной версией сетевого журнала
Universum: технические науки

Выпуск: 10(67)

Октябрь 2019

Часть 2

Москва
2019

УДК 62/64+66/69

ББК 3

U55

Главный редактор:

Ахметов Сайранбек Махсутович, д-р техн. наук;

Заместитель главного редактора:

Ахмеднабиев Расул Магомедович, канд. техн. наук;

Члены редакционной коллегии:

Демин Анатолий Владимирович, д-р техн. наук;

Елисеев Дмитрий Викторович, канд. техн. наук;

Звездина Марина Юрьевна, д-р. физ.-мат. наук;

Ким Алексей Юрьевич, д-р техн. наук;

Козьминых Владислав Олегович, д-р хим. наук;

Манасян Сергей Керопович, д-р техн. наук;

Мартышкин Алексей Иванович, канд. техн. наук;

Романова Алла Александровна, канд. техн. наук;

Серегин Андрей Алексеевич, канд. техн. наук;

Юденков Алексей Витальевич, д-р физ.-мат. наук.

U55 Universum: технические науки: научный журнал. – № 10(67). Часть 2. М., Изд. «МЦНО», 2019. – 92 с. – Электрон. версия печ. публ. – <http://7universum.com/ru/tech/archive/category/1067>

ISSN (печ.версии): 2500-1272

ISSN (эл.версии): 2311-5122

DOI: 10.32743/UniTech.2019.67.10-2

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 3

© ООО «МЦНО», 2019 г.

Содержание

| | |
|---|----------|
| Химическая технология | 5 |
| ГЕКСАМЕТИЛЕНБИС-[(ГЕКСИЛОИЛ)КАРБАМАТ] В КАЧЕСТВЕ СТИМУЛЯТОРА РОСТА Холбоев Юсубжон Хакимович Абдурахманов Улугбек Курганбаевич Махсумов Абдухамид Гофурович | 5 |
| ПОЛУЧЕНИЕ НАТРИЕВОЙ СОЛИ СУЛЬФИРОВАННОГО ЭКСТРАКЦИОННОГО ХЛОПКОВОГО МАСЛА ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ УСТОЙЧИВЫХ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ, ОБРАЗОВАННЫХ ИЗ ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЕЙ Очилов Абдурахим Абдурасулович Абдурахимов Саидакбар Абдурахманович Адизов Бобиржон Замирович | 9 |
| РЕАКЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ДИФУРФУРИЛИДЕНАЦЕТОНА-ДИФА Ахмадалиев Махамаджон Ахдалиевич Юсупова Наргиза Адашалиевна | 13 |
| ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ АЦЕТАТА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ ХЛОПКОВОГО ЛИНТА Мамажонов Гулям Одилжонович Сафаров Тойир Турсунович Мирзакулов Холтура Чориевич Бекназаров Хасан Сойибназарович | 17 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ СИНТЕЗА НИТРОЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ ХЛОПКОВОГО ЛИНТА Мамажанов Гуломжон Одилжонович Сафаров Тойир Турсунович Мирзакулов Холтура Чориевич Бекназаров Хасан Сойибназарович | 22 |
| ТЕХНОЛОГИИ СУШКИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ Жумаев Ботир Мелибаевич Сафаров Жасур Эсиргапович Султанова Шахноза Абдувахитовна | 26 |
| ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ФЛОТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ СИЛЬВИНИТОВ ТЮБЕГАТАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ Адилова Мохира Шавкатовна Байраева Дилдора Ашурбаевна Эркаев Актам Улашевич Бухоров Шухрат Буриевич Мавлянов Мухиддин Бахриддин ўгли | 30 |
| ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ТЕЧЕНИИ HNO ₃ В ТРУБАХ С КОЛЬЦЕВЫМИ ТУРБУЛИЗАТОРАМИ Усманов Ботир Сотволдиевич Медатов Рустамжон Хошимович Мамажонов Ирода Рахматовна | 35 |
| ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВА ПОЛИЭТИЛЕНА, НАПОЛНЕННОГО ДИСПЕРСНЫМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ Тожиев Панжи Жовлиевич Тураев Хайит Худайназарович Умирова Гулнора Абдурахмановна Нуралиев Гайрат Тураевич | 38 |
| ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ФЛОТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ ГРАФИТОВОЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТАСКАЗГАН РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН Турсунов Азамжон Салимжон угли Адылов Джалол Камалович Турдиалиев Умид Мухтаралиевич Ахмедов Ровшан Каримович Черниченко Наталья Ивановна Мирзаев Баховуддин Абдураззокович | 42 |

| | |
|---|-----------|
| ПРОЦЕССЫ ВЫДЕЛЕНИЙ ЙОДА ИЗ КОНЦЕНТРАТОВ | 48 |
| Умбаров Ибрагим Амонович Тураев Хайит Худайназарович, Набиев Дилмурод Абдуалиевич Тураханов Менгкобил Ишбоевич Холтураев Куванч Бахтиёрович | |
| ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ЖИДКОГО ДЕФОЛИАНТА НА ОСНОВЕ ХЛОРАТА КАЛЬЦИЯ, КАРБАМИДА И ЭТИЛЕНПРОДУЦЕНТОВ | 52 |
| Хамдамова Шохид Шерзодовна Карабаева Муслима Ифтихоровна Ибрагимов Фарход Абдулбоки угли Хамдамова Умида Ойбек кизи | |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБОГАЩЕНИЯ МЫТОГО ОБОЖЖЕННОГО ФОСФОРНОГО ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТОЙ | 59 |
| Умаров Шавкат Исомиддинович Нуриддинов Уктам Бахриддинович Усманов Илхам Икрамович Мирзакулов Холтура Чориевич | |
| ИЗУЧЕНИЕ РАСТВОРИМОСТИ И РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РАСТВОРОВ СИСТЕМЫ ТРИКАРБАМИДОХЛОРАТ НАТРИЯ – НИТРАТА МОНОЭТАНОЛАММОНИЯ – ВОДА | 66 |
| Тураев Кахрамон Абдиджалилович Тогашаров Ахат Салимович Шукуров Жамшид Султонович Тухтаев Сайдиахрал | |
| ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ФОСФОЛИПИДНОГО ПАВ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ АНТИКОРРОЗИОННЫХ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ | 72 |
| Уринов Собир Насиллоевич Сагдуллаева Дилафруз Саидакбаровна Тураев Аббосхон Сабирханович Абдурахимов Саидакбар Абдурахманович | |
| ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПОЛУЧЕНИЕ ПЕКТИНА ИЗ КОРЗИН ПОДСОЛНЕЧНИКА | 76 |
| Холдоров Баходир Баратович | |
| Электротехника | 78 |
| УСТРОЙСТВА НАМАГНИЧИВАНИЯ И РАЗМАГНИЧИВАНИЯ РЕЛЬСОВЫХ ПЛЕТЕЙ И ИХ СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ | 78 |
| Курбанов Жанибек Файзуллаевич Халиков Абдульхак Абдульхаирович Ортиков Мироншош Содикович | |
| ПАРАМЕТРЫ МАГНЕТИЗМА, НАМАГНИЧИВАНИЯ И РАЗМАГНИЧИВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ И РЕЛЬСОВЫХ ПЛЕТЕЙ | 81 |
| Курбанов Жанибек Файзуллаевич Халиков Абдульхак Абдульхаирович Ортиков Мироншош Содикович | |
| Энергетика | 84 |
| ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН | 84 |
| Ахмедов Мирзаанвар Мохиджонович | |

ЭНЕРГЕТИКА

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ
ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН*Ахмедов Мирзаанвар Мохиджонович*

заместитель заведующего отделением «Разработка нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений», старший преподаватель филиала Российского Государственного университета нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина в г. Ташкенте, Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: akhmedov.mm@mail.ru

INFLUENCE OF VARIOUS FACTORS ON THE PRODUCTIVITY
OF HORIZONTAL GAS WELLS*Mirzaanvar Akhmedov*

Deputy head of the department of Oil, gas and gas condensate fields development, senior lecturer, branch of the Russian State University of Oil and Gas (National Research University) named after I.M. Gubkin in Tashkent, Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются факторы, влияющие на производительность горизонтальных скважин, выбор, с технологической точки зрения, конструкции и размещения горизонтального участка с учетом особенностей строения газоконденсатной залежи. Приведены результаты исследований в виде графических иллюстраций. В соответствии с результатами проведенных исследований приведены рекомендации по размещению горизонтального участка ствола газовых и газоконденсатных скважин.

ABSTRACT

The article discusses the factors affecting the productivity of horizontal wells, the choice of design and placement of the horizontal section from the technological point of view, taking into account the structural features of the gas condensate reservoir. The research results are presented in the form of graphic illustrations. In accordance with the results of the studies, recommendations are given on the choice of placement of the horizontal section of the trunk of gas and gas condensate wells.

Ключевые слова: производительность, горизонтальный участок, анизотропия пласта, вертикальная и горизонтальная проницаемости, симметричное и ассимметричное расположение, фрагмент залежи, дренирование, коэффициенты фильтрационного сопротивления, забой скважины.

Keywords: productivity, horizontal section, reservoir anisotropy, vertical and horizontal permeability, symmetrical and asymmetric location, reservoir fragment, drainage, filtration resistance coefficients, bottom hole.

В условиях высокого темпа роста населения и, соответственно, потребления всех видов энергии в Республике Узбекистан более актуальным становится вопрос увеличения добычи газа и газового конденсата. Падение годовых отборов за счёт истощения традиционных крупных месторождений ставит перед нефтегазодобывающими предприятиями задачу введения в разработку ранее консервированных, ввиду их нерентабельности, и своих малых запасов, месторождений с применением передовых технологий. Одним из таких направлений является применение горизонтальных скважин в разработке газовых и газоконденсатных месторождений.

Проблема выбора конструкции и размещения может быть вызвана, например, при эксплуатации горизонтальных скважин с поддержанием годовых отборов постепенным увеличением длины горизонтального ствола, что создаст больше поверхности дренирования к забою скважин, в связи с чем и достигается прирост дебита.

При обосновании производительности горизонтальной газовой скважины практический интерес проявляет:

- изучение зависимости дебитов горизонтальной скважины от длины горизонтального ствола;

- влияние параметра анизотропии на дебит горизонтальной скважины, анализ характера этого влияния;

- обоснование удельных запасов, приходящихся на долю горизонтальной проектной скважины, размеров удельной площади фрагмента, обоснование начальной длины горизонтального участка, радиуса контура дренирования;

- изучение влияния размещения горизонтального ствола относительно кровли и подошвы на дебит газовый скважины [1].

Освоение газовых и газоконденсатных месторождений горизонтальными скважинами создает необходимость аналитического метода расчетов по определению параметров скважин и пластов, вскрываемых ими, учета влияния геологических технико- и технологических факторов на полноту вскрытия пласта, на распределение давления и температуры и т.д. Авторы работ [2] и [3] отмечают, что приближенные аналитические методы определения тех или иных параметров горизонтальной скважины и вскрываемых ими пластов принимают ряд допущений по схематизации залежи, относительно величин пластовых и забойных давлений, радиуса контура, полноты вскрытия пласта и т.д. В этой связи не всегда становится возможным получить параметры скважины с необходимой точностью, полученным по зависимостям, определенным приближенным аналитическим методом.

Одним из допущений, принимаемым для решения задач фильтрации флюида к горизонтальному, является схематизация формы дренирования, которая принималась в виде круга, эллипса и прямоугольника.

В работах [1], [2] и [3] авторами отмечается, что круговая и эллипсоидная формы дренирования имеют место только при определенном диапазоне длины.

В данном случае прямоугольная форма дренирования относительно оказывается более близким к реальной форме и исключаются большие погрешности в расчетах дебита. Однако и прямоугольная форма принимает ряд допущений. В частности, предполагает постоянство забойного давления по всему горизонтальному участку и полное вскрытие фрагмента залежи.

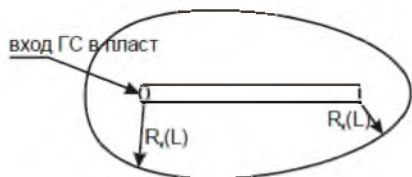


Рисунок 1. Форма зоны дренируемой горизонтальной скважиной, с учетом изменения забойного давления по длине горизонтального участка ствола: $R_k(L)$ – радиус контура питания как функция от длины горизонтального участка ствола

Истинная же форма зоны, дренируемая горизонтальной скважиной предусматривает изменение забойного давления и дебита по длине горизонтального участка ствола (рис.1). Соответственно, радиус контура дренирования, в отличие от формы дренирования, будет переменной величиной [2].

Другим допущением является осреднение фильтрационно-емкостных характеристик залежи и свойств насыщающих ее флюида по всему выделенному фрагменту залежи. При определении коэффициентов фильтрационного сопротивления выделенного фрагмента эксплуатируемого горизонтальным стволом используется зависимости, предложенные проф. Алиевым З.С. в работах [1], [3], [4] и др. (формулы (1) и (2)).

$$a_r = \frac{\alpha^*}{2L} \left[\frac{2}{L h_1} \left(h_1 + R_c \ln \frac{R_c}{R_c + h_1} \right) + \frac{R_k - h_1}{R_k + h_1} \right],$$

$$b_r = \frac{b^*}{8L^2} \left[\frac{2}{L h_1} \left(\ln \frac{R_c + h_1}{R_c} - \frac{h_1}{R_c + h_1} \right) + \frac{R_k - h_1}{(R_c + h_1)^2} \right] \quad (1)$$

$$a^* = \frac{\mu(P) Z(P,T) P_{ат} T_{пл}}{k(P) T_{ст}}, \quad b^* = \frac{\rho_{ат} P_{ат} T_{пл} Z(P,T)}{l T_{ст}} \quad (2)$$

где $\mu(P)$, $Z(P,T)$ – коэффициенты вязкости и сжимаемости газа в пластовых условиях; $T_{пл}$, $T_{ст}$ – соответственно пластовая и стандартная температуры; $k(P)$, l – коэффициенты проницаемости и макрошероховатости пористой среды; R_k – расстояние до границы зоны, дренируемой горизонтальной скважиной с радиусом R_c ; h_1 – толщина, определяемая по формуле $h_1 = h/2 - R_c$; h – газонасыщенная толщина пласта; L – длина горизонтального участка ствола, принятая равной $L = L_{фр}$, где $L_{фр}$ – длина полосообразного фрагмента залежи. Сами зависимости предполагают, что в пределах зоны, ограниченной длиной фрагмента и контурами питания, фильтрационно-емкостные свойства породы (эффективная толщина, проницаемость и др.) а также флюида принимаются постоянными, что исключает возможность учета местных нарушений, локальные неоднородности, наличие прослоек (горизонтов) гидродинамически несвязанных между собой.

Известно, что приток газа к скважине происходит по нелинейному закону фильтрации, что в свою очередь создает трудности в точной постановке решения задачи, а именно в представлении области фильтрации по длине горизонтального участка ствола. Для этого истинная область фильтрации газа представляется такой фиктивной областью, где суммарное сопротивление пласта эквивалентно истинному сопротивлению. При этом схема притока к горизонтальной скважине делится на две зоны (рис. 2):

- на расстоянии $h_1 \leq R_k \leq R_c$, где $h_1 = H/2 - R_c$, фильтрация – плоскопараллельная;
- в пределах $0 \leq R \leq h_1$, где $h(R) = \alpha + \beta \sqrt{R}$, т.е. естественная толщина пласта заменяется фиктивной переменной толщиной, а скважина - галереей высотой $2R_c$. Здесь α и β – постоянные коэффициенты и определяются из граничных условий. Для случая, когда ствол скважины равноудален от кровли и подошвы пласта, эти коэффициенты могут быть определены

для четверти показанной схемы, исходя из граничных условий: при $R=0$ $h=R_c$, при $R=h_1$ $h=R_c+h_1$. Тогда коэффициенты: $\alpha = R_c$; $\beta = \sqrt{h_1}$ и следовательно

$$h(x) = R_c + \sqrt{h_1 R} \tag{3}$$

Для принятой схемы во второй зоне зависимость между градиентом давления и дебитом газа Q^* для четверти полосообразного пласта будет иметь следующий вид

$$\frac{\partial p}{\partial R} = \frac{\mu Z p_{ат} T_{пл}}{k p T_{ст} L} \cdot \frac{Q^*}{(\alpha + \beta R^{0.5})} + \frac{\rho_{ат} p_{ат} T_{пл}}{L L^2 T_{ст} p} \cdot \frac{Q^{*2}}{(\alpha + \beta R^{0.5})^2} \tag{4}$$

где μ и Z – коэффициенты вязкости и сверхсжимаемости газа;

k – проницаемость; $\rho_{ат}$ – плотность газа при стандартных условиях;

l – коэффициент макрошероховатости; L – длина горизонтальной скважины.

Из рисунка 2 несложно понять, рассматривая область фильтрации через фиктивные, что вся площадь фильтрации любом сечении скважины делится на 4 зоны и при симметричном расположении горизонтального участка ствола они будут равными.

Интегрируя (4) в пределах от 0 до h_1 получим

$$p^2 - p_{заб}^2 = \frac{2a^*}{L} \frac{2}{h_1} \left(h_1 + R_c \ln \frac{R_c}{R_c+h_1} \right) Q^* + \frac{2b^*}{L^2} \frac{2}{h_1} \left(\ln \frac{R_c+h_1}{R_c} - \frac{h_1}{R_c+h_1} \right) Q^{*2} \tag{5}$$

Для первой зоны, рассматриваемая как зона плоскопараллельной фильтрации зависимость между дебитом и давлением

$$p_k^2 - p^2 = \frac{2a^*}{L} \left(\frac{R_k-h_1}{R_k+h_1} \right) Q^* + \frac{2b^*}{L^2} \left(\frac{R_k-h_1}{(R_k+h_1)^2} \right) Q^{*2} \tag{6}$$

Учитывая, что $Q^* = Q/4$ (где Q – дебит горизонтальной скважины), для всего пласта получим

$$p_k^2 - p_{заб}^2 = \frac{a^*}{2L} \left[\frac{2}{h_1} \left(h_1 + R_c \ln \frac{R_c}{R_c+h_1} \right) + \frac{R_k-h_1}{R_k+h_1} \right] Q + \frac{b^*}{8L^2} \left[\frac{2}{h_1} \left(\ln \frac{R_c+h_1}{R_c} - \frac{h_1}{R_c+h_1} \right) + \frac{R_k-h_1}{(R_k+h_1)^2} \right] Q^2 \tag{7}$$

Если ввести обозначение a_r и b_r , получим зависимости (1) и (2).

С учетом уравнения (7), выражая коэффициенты фильтрационного сопротивления через зависимости (1) и (2), получим формулу для определения дебита горизонтальной газовой скважины, полностью вскрывшей изотропный полосообразный пласт, равноудаленный от кровли и подошвы пласта

$$Q = \frac{-a_r + \sqrt{a_r^2 + 4b_r(p_k^2 - p_{заб}^2)}}{2b_r} \tag{8}$$

Из уравнений (7) и (8) видно, что дебит горизонтальной скважины нелинейно зависит от длины горизонтального участка. Данный характер зависимости является основополагающим при обосновании начальной длины горизонтального ствола. Наряду с расчетом дебита решается экономическая задача, в частности расходы на бурение горизонтального ствола. В результате совместного решения вышеуказанных двух задач обосновывается начальная длина горизонтального участка и начальный дебит газовой скважины.

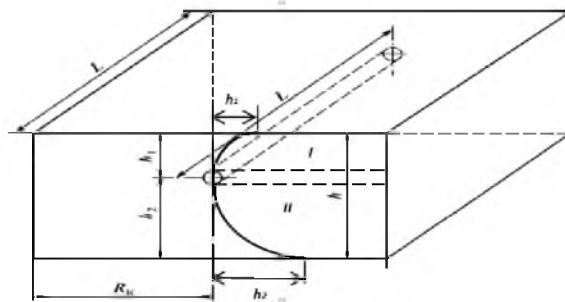


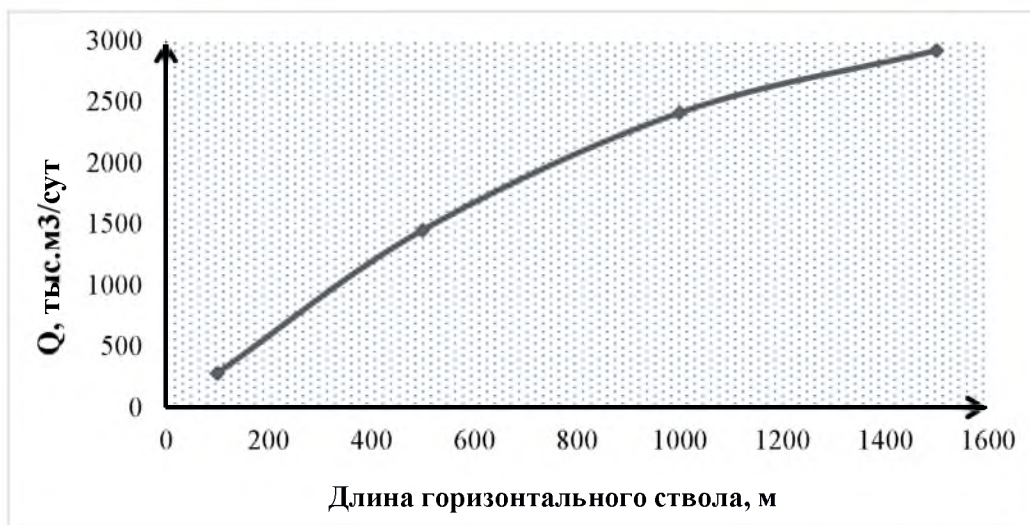
Рисунок 2. Схема притока газа к горизонтальной скважине, вскрывшей полосообразный пласт на произвольном расстоянии от его кровли и подошвы

Расчёты по изучению различных факторов на производительность горизонтальной скважины проведены на основе данных по газоконденсатному месторождению Узбекистана (на примере пластовых условий сеноманских отложений Бухаро-Хивинского региона, XV горизонт глубина залежи 2765 м.) с начальными запасами 635 млрд.м³, текущий коэффициент извлечения газа составляет 78% и более острым остается вопрос удлинения срока постоянных годовых отборов.

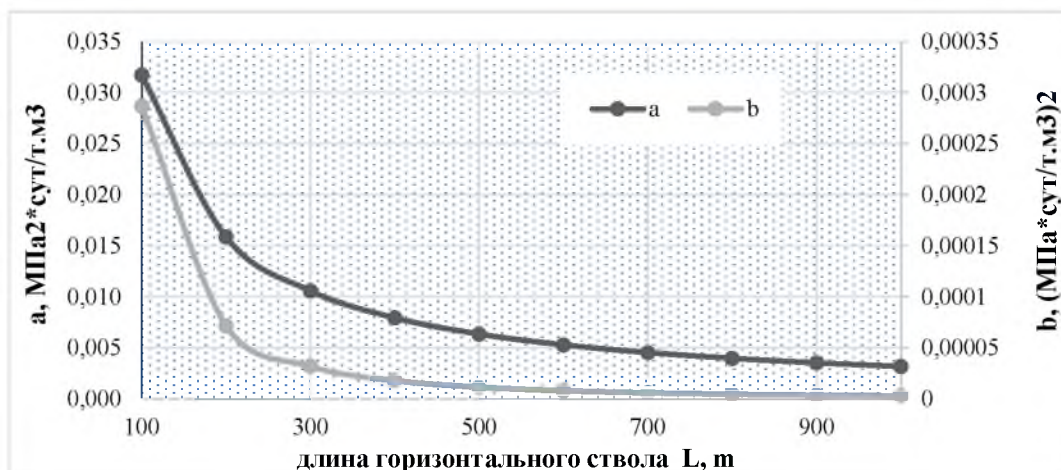
Результаты проведенных расчётов показаны на рисунках, в частности, зависимость дебита газовой скважины от длины горизонтального участка (рис. 3), влияние параметра анизотропии на дебит горизонтальной газовой скважины (рис. 4), а также зависимость дебита газовой скважины от расположения горизонтального ствола по толщине пласта (рис. 5).

Результаты расчётов подтверждают тот факт, что с увеличением длины горизонтального ствола скважины увеличивается геометрия зоны дренирования газа к скважине, что приводит к уменьшению коэффициентов фильтрационного сопротивления (рис. 3, а). При этом характер влияния длины горизонтального ствола на производительность скважины является нелинейным (рис.3,б). Последнее является важным фактором подбора длины горизонтального участка скважины, поскольку дальнейшее увеличение горизонтального участка скважины приводит к всё меньшим приростам дебита горизонтальной скважины, а расходы на строительство горизонтального участка будут возрастать пропорционально длине горизонтального участка. Технологически

оптимальной в этом случае станет максимальная длина, где прирост дебита на удлиненный метр горизонтального участка начнёт уменьшаться.



a



б

Рисунок 3. Зависимость дебита (а) и коэффициентов фильтрационного сопротивления (б) от длины горизонтального участка проектной газовой скважины

Выбор и технико-экономическое обоснование оптимальной длины горизонтального участка является многокритериальной задачей, поскольку она может быть решена относительно условий:

- достижения максимума производительности или коэффициента извлечения газа и конденсата;

- достижения максимума прибыли;
- достижения минимума затрат на добычу условного объема газа и конденсата.

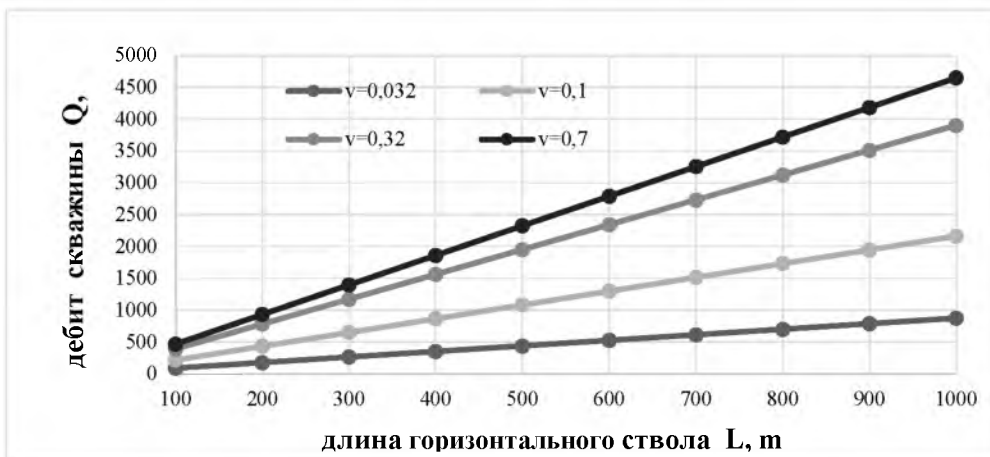


Рисунок 4. Изменение дебита горизонтальной скважины в фрагменте различной формы при различных параметрах анизотропии

По результатам расчётов влияния расположения горизонтального ствола скважины по толщине (рис. 5) можно увидеть нелинейную зависимость дебита от расположения горизонтального участка относительно кровли и подошвы пласта, причем при значительных отклонениях от центра пласта дебит

газовой скважины значительно уменьшается. Технологически максимального значения дебита можно достичь симметричным расположением горизонтального участка скважины по толщине продуктивного пласта.

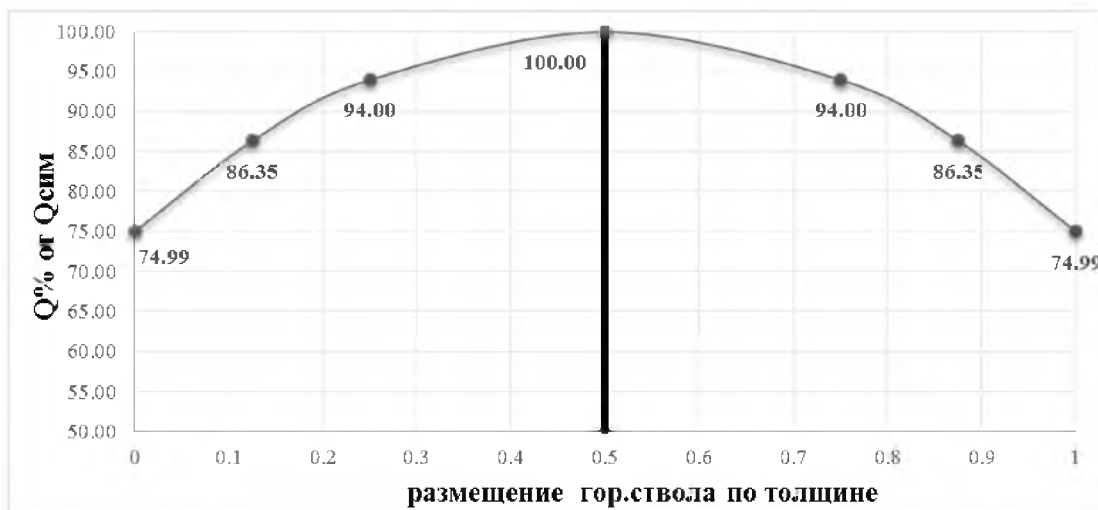


Рисунок 5. Зависимость относительного дебита скважины от относительного удаления горизонтального ствола от кровли и подошвы полоособразного пласта

Аналитически (расчётным путём) установлено, что в больших значениях анизотропии, т.е. при больших значениях проницаемости пласта по вертикали, что характерно для XV горизонта сеноманских отложений Бухаро-Хивинского газоносного региона, характер влияния расположения горизонтального участка по толщине на дебит газовой скважины растет (рис.5). При значении анизотропии пласта $v = 0,1$ (проницаемость по вертикали в 100 раз меньше чем проницаемость пласта по горизонтали), что соответствует пластовому условию исследуемого объекта,

расположение ствола скважины у кровли пласта приводит к уменьшению производительности скважины на 25% (рис. 5). При значениях $v \leq 0,01$ смещение горизонтального участка скважины по толщине практически не влияет на дебит газовой скважины, максимальное отклонение, при расположении ствола непосредственно у кровли пласта, составляет всего 4,1% от дебита горизонтальной симметрично расположенной по толщине скважины.

Список литературы:

1. Алиев З.С. Технология применения горизонтальных газовых скважин: Учебное пособие / З.С. Алиев, Е.М. Котлярова. - Москва: РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина, 2015.- 156с.
2. Алиев З.С. Определение основных параметров горизонтальных скважин: Учебное пособие / З.С. Алиев, Е.М. Котлярова, Л.В. Самуйлова, Д.А. Мараков. - Москва: РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2012. - 228 с.
3. Алиев З.С. Определение производительности горизонтальных скважин, вскрывших газовые и газонефтяные пласты / З.С. Алиев З.С., В.В. Шеремет. Москва: Недра, 1995. - 131 с.
4. Котлярова Е.М. Разработка методов исследования и технологической эксплуатации горизонтальных газовых скважин, вскрывших неоднородные низкопродуктивные пласты (на примере ОНГКМ): Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук (27.00.17) / Е.М. Котлярова. - Москва: РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина, 2006. - 175 с.