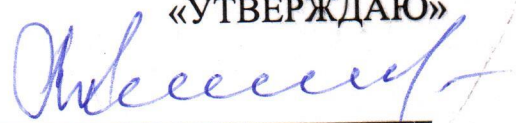


«УТВЕРЖДАЮ»



Проректор по учебной работе
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина

В.Н. Кошелев

«11» 02 2022

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для подготовки по профилю «Нефтегазовое дело»

Студенческой олимпиады «Газпром»

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП

Москва

2022

Вступление

Для решения задач заключительного этапа Студенческой олимпиады «Газпром» студенту рекомендуется вспомнить основные разделы дисциплин «Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика», «Термодинамика», «Бурение нефтяных и газовых скважин», «Разработка газовых и газоконденсатных месторождений», «Разработка нефтяных месторождений» и «Трубопроводный транспорт нефти и газа». Задачи, предложенные для решения, включают основные понятия перечисленных дисциплин. Для подготовки по профилю «Нефтегазовое дело» Студенческой олимпиады «Газпром» ниже приведены примеры решения олимпиадных задач по указанным дисциплинам.

Задача 1

От воздуха массой 5 кг при неизменном объеме отводится 1800 кДж теплоты, при этом давление воздуха уменьшается в 3 раза. Определить температуру воздуха после охлаждения (в К), приняв $c_{pm} = 1005$ Дж/(кг·К). Молярную массу воздуха в задаче принять $\mu_g = 29$ кг/кмоль.

Решение:

1. Средняя удельная массовая теплоемкость в изохорном процессе из закона Майера:

$$c_{pm} - c_{vm} = R, \quad c_{vm} = c_{pm} - R, \quad c_{vm} = 1005 - 287 = 718 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К}).$$

где $R = \frac{\bar{R}}{\mu_g} = \frac{8314}{29} = 287$ Дж/(кг·К) – характеристическая газовая постоянная

для воздуха.

2. По первому началу термодинамики

$$Q_{1,2} = L_{1,2} + \Delta U_{1,2} = W_{1,2} + \Delta H_{1,2};$$

Т.к. процесс осуществляется при неизменном объеме $V = idem$, уравнение первого начала термодинамики принимает вид:

$$Q_{1,2} = \Delta U_{1,2} = G \cdot c_{vm} \cdot (T_2 - T_1).$$

Газ считаем идеальным газом.

$$T_2 - T_1 = \frac{Q_{1,2}}{G \cdot c_{vm}} = \frac{-1800 \cdot 10^3}{5 \cdot 718} = -501 \text{ К.}$$

3. Связь между температурами и давлениями в изохорном процессе:

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow T_1 = \frac{p_1 \cdot T_2}{p_2} = 3 \cdot T_2$$

4. Полученные результаты п. 2,3 дают простейшую систему уравнений,

$$\begin{cases} T_1 = 3 \cdot T_2, \\ T_2 - T_1 = -501 \end{cases}$$

решение которой дает ответ $T_2 = 250,5 \text{ К}$, что соответствует $t_2 = -22,6 \text{ }^\circ\text{С}$.

Ответ: $T_2 = 250,5 \text{ К}$.

Задача 2

Скважина закрыта в результате газопроявления. Объем притока 2000 литров. Давление на устье в бурильных трубах – 20 бар, давление в кольцевом пространстве на устье – 30 бар. Плотность бурового раствора в скважине 1,32 кг/л. Определите скорость миграции газа в кольцевом пространстве, если давление на устье за 15 минут увеличилось на 7 бар. Ответ запишите в м/час.

Решение:

Скорость миграции, а, следовательно, и скорость роста давления – это скорость, с которой уменьшается высота столба раствора над газовой пачкой.

Если за 15 минут давление выросло на 7 бар, значит за 1 час оно вырастет на 28 бар. Т.е. давление столба раствора над газом будет на 28 бар меньше. Чтобы столб раствора над газом создавал давление на 28 бар

меньше, его высота должна уменьшиться на $\frac{28}{1,32 \cdot 0,0981} = 216,3$ метров.

Следовательно, именно такой путь пачка газа проходит за 1 час миграции.

Ответ: 216,3 м/ч.

Задача 3

Перед подъемом бурильной колонны для предотвращения сифона в бурильную колонну была закачана пачка утяжеленного раствора плотностью 1,44 кг/л объемом 3950 литров. Плотность бурового раствора в скважине 1,26 кг/л. Определите объем бурового раствора, вытесненный в доливную емкость за счет выравнивания давлений в скважине. Внутренний удельный объем бурильных труб – 9,3 л/м.

Решение:

Высота столба утяжеленного раствора в бурильной колонне составляет:

$$\frac{3950}{9,3} = 424,7 \text{ м}$$

Столб утяжелённого раствора данной высоты создает давление, равное:

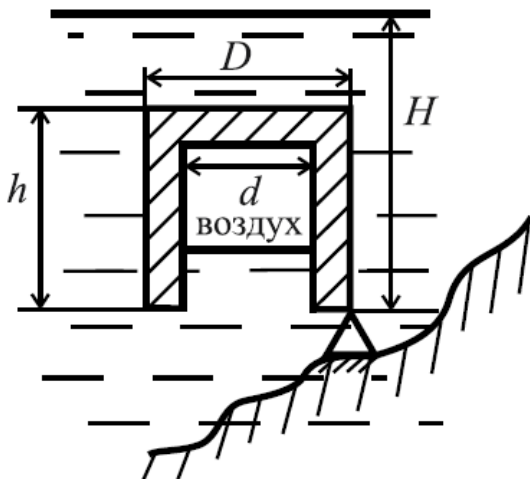
$$424,7 \cdot 1,44 \cdot 0,0981 = 60 \text{ бар}$$

Чтобы создать аналогичное давление, требуется $\frac{60}{1,26 \cdot 0,0981} = 485,4$ метров обычного раствора.

Разница в высотах столбов $485,4 - 424,7 = 60,7$ метров – это то, на сколько снизится уровень в бурильной колонне, а вытесненный раствор уйдет в доливную емкость. Объем пустой бурильной колонны равен $60,7 \cdot 9,3 = 564,5$ литра.

Ответ: 564,5 л.

Задача 4.



Цилиндрический толстостенный колокол (высота колокола $h = 4,025$ м, внешний диаметр $D = 2,05$ м, внутренний диаметр $d = 2$ м, плотность материала $\rho_k = 1080$ кг/м³) опущен в водоем и закреплен на глубине $H = 10$ м. Считая процесс сжатия воздуха изотермическим, а начальное атмосферное давление $p_a = 100$

кПа, определить объем воздуха в колоколе в погруженном состоянии. Определить вертикальную силу в узле крепления.

Решение:

Введем высоту x , равную высоте столба воды в цилиндре под воздухом. Тогда получим следующий ход рассуждений:

$$1) PV = P_0V_0 \Rightarrow p_a \frac{\pi D^2}{4} (h - \Delta) = (p_a + \rho_{жg}(H - x)) \cdot (h - \Delta - x) \cdot \frac{\pi d^2}{4}$$

толщина $\Delta = \frac{D-d}{2}$

$$\Rightarrow x^2 - x \left(H + (h - \Delta) + \frac{p_a}{\rho_{жg}} \right) + (H(h - \Delta)) = 0$$

$$\Rightarrow x_{1,2} = \frac{\left(H + (h - \Delta) + \frac{p_a}{\rho_{жg}} \right)}{2} \pm \sqrt{\frac{\left(H + (h - \Delta) + \frac{p_a}{\rho_{жg}} \right)^2}{4} - Hh} = 1,77965 \text{ м}$$

$$V = \frac{\pi D^2}{4} (h - \Delta - x) = 6,8934 \text{ м}^3$$

$$2) M = \left[\frac{\pi D^2}{4} \cdot \Delta + \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} (h - \Delta) \right] \cdot \rho_k = 771,498 \text{ кг}$$

масса

$$F_{\text{верт}} = (p_a + \rho_{\text{воды}}g(H - x)) \frac{\pi d^2}{4} + (p_a + \rho g H) \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} - (P_0 + \rho g(H - h)) \frac{\pi D^2}{4} - Mg = 66,9951 \text{ кН}$$

Ответ: 67 кН.

Задача 5.

На эксплуатационной совершенной по степени вскрытия вертикальной скважине №1 с диаметром НКТ равным – 100,3 мм и глубиной ее спуска до середины интервала перфорации – 1400 м было проведено газогидродинамическое исследование. Замеры параметров проводились на устье скважины. В результате на одном из режимов исследования было замерено устьевое давление равное 15,3 МПа. Перед проведением исследования было измерено статическое давление на устье скважины, которое оказалось равным 17,5 МПа. При расчетах среднюю температуру по стволу остановленной скважины принять равной – 290 К, по стволу работающей – 295 К, а средние коэффициенты сверхсжимаемости в остановленной скважине – 0,81, в работающей – 0,85. В результате обработки проведенного исследования были получены коэффициенты фильтрационного сопротивления $a = 4,55 \cdot 10^{-3}$ МПа²·сут/тыс.м³ и $b = 5,768 \cdot 10^{-4}$ (МПа·сут/тыс.м³)². Относительная плотность флюида – 0,6, коэффициент гидравлического сопротивления фонтанных труб принять равным 0,01745. При передаче информации о результатах исследования были потеряны значения дебита скважины на упомянутом режиме и пластового давления. Исходя из имеющихся данных восстановите значения утерянных параметров, с округлением их до третьего знака.

Решение:

1. Для определения пластового давления в остановленной скважине, используют барометрическую формулу:

$$P_z = P_{пл} = P_{ст.у} \cdot e^{S_1} \quad (1)$$

где $P_{ст.у}$ – статическое давление на устье остановленной скважины, МПа;

S_1 – безразмерный параметр, определяемый по формуле:

$$S_1 = \frac{0,03415 \cdot \bar{\rho} \cdot H_{скв}}{Z_{сп.1} T_{сп.1}} \quad (2)$$

где $\bar{\rho}$ – относительная плотность газа; $H_{\text{скв}}$ – глубина скважины, равная середине интервала перфорации, м; $Z_{\text{ср.1}}$ – коэффициент сверхсжимаемости, определяемый по средним значениям давления и температуры в стволе остановленной скважины; $T_{\text{ср.1}}$ – средняя температура в стволе остановленной скважины, К.

Таким образом, если подставить известные значения в уравнение (2), получим значение безразмерного коэффициента $S_1 = 0,03415 \cdot 0,6 \cdot 1400 / (0,81 \cdot 290) = 0,122$. Подставляя полученное значение S_1 в формулу (1) определим значение пластового давления $P_{\text{пл}} = 17,5 \cdot e^{0,122} = 19,77307 \approx 19,771$ МПа.

2. Для определения дебита скважины на режиме исследования необходимо использовать формулу притока газа к совершенной вертикальной скважине:

$$P_{\text{пл}}^2 - P_{\text{з.1}}^2 = aQ_{\text{скв}} + bQ_{\text{скв}}^2 \quad (3)$$

где a , b – коэффициенты фильтрационного сопротивления, полученные при обработке результатов исследования скважины; $P_{\text{з.1}}$ – забойное давление на режиме исследования, МПа; $Q_{\text{скв}}$ – дебит скважины, тыс.м³/сут.

Для того, чтобы определить дебит скважины, нужно сначала определить забойное давление в работающей скважине на режиме исследования по формуле Адамова:

$$P_{\text{з.1}}^2 = P_y^2 \cdot e^{2S_2} + \theta Q_{\text{скв}}^2 \quad (4)$$

где P_y – давление на устье работающей на режиме скважины, МПа; θ – параметр, определяемый по формуле:

$$\theta = \frac{0,01413 \cdot 10^{-10} \cdot \lambda \cdot Z_{\text{ср.2}}^2 \cdot T_{\text{ср.2}}^2 \cdot (e^{2S_2} - 1)}{d_{\text{ф.т}}^5} \quad (5)$$

где λ – коэффициент гидравлического сопротивления труб, по которым движется газ; $Z_{\text{ср.2}}$ – коэффициент сверхсжимаемости, определяемый по средним значениям давления и температуры в стволе работающей на режиме скважины; $T_{\text{ср.2}}$ – средняя температура в стволе работающей на режиме

скважины, K ; S_2 – безразмерный параметр, определяемый аналогично уравнению (2); $d_{ф.т}$ – диаметр фонтанных труб, м.

Если подставить уравнение (4) в уравнение (3), то получим следующее выражение:

$$P_{пл}^2 - P_y^2 \cdot e^{2S_2} = aQ_{скв} + (b + \theta)Q_{скв}^2 \quad (6)$$

Если решать уравнение (6) относительно дебита скважины, то получится следующее выражение для определения производительности скважины:

$$Q_{скв} = \frac{-a + \sqrt{a^2 + 4 \cdot (b + \theta)(P_{пл}^2 - P_y^2 \cdot e^{2S_2})}}{2 \cdot (b + \theta)} \quad (7)$$

Сначала определим безразмерный параметр S_2 для работающей скважины, который будет равен $S_2 = 0,03415 \cdot 0,6 \cdot 1400 / (0,85 \cdot 295) = 0,114$. Затем по формуле (5) рассчитаем параметр $\theta = 0,01413 \cdot 10^{-10} \cdot 0,01745 \cdot 0,85^2 \cdot 295^2 \cdot (e^{2 \cdot 0,114} - 1) / 0,1003^5 \approx 3,911 \cdot 10^{-5}$.

Подставляя полученные значения S_2 и θ в формулу (7) получим искомый дебит скважины

$$Q_{скв} = \frac{-0,00455 + \sqrt{0,00455^2 + 4 \cdot (0,000577 + 3,911 \cdot 10^{-5}) \cdot (19,77^2 - 15,3^2 \cdot e^{(2 \cdot 0,114)})}}{2 \cdot (0,000577 + 3,911 \cdot 10^{-5})} = 392,797$$

тыс.м³/сут

Ответ: утерянное значение пластового давления составляет 19,771 МПа, дебита – 392,797 тыс.м³/сут.

Задача 6.

Вертикальная скважина радиусом 5 см вскрывает пласт мощностью 4 м и проницаемостью 250 мД. Давление на контуре питания составляет 75 атм, в скважине – 50 атм. Околоскважинная зона пласта радиусом 1 м имеет проницаемость 100 мД из-за попадания фильтрата бурового раствора.

Рассчитайте величину скин-фактора, создаваемого околоскважинной зоной. Вязкость нефти составляет 5 мПа*с. Расстояние до контура питания – 250 м.

Решение:

Данная задача подразумевает работу с формулой Дарси.



Дебит в обеих зонах пласта одинаков, поэтому выражение дебита из уравнения Дарси для этих зон можно приравнять:

$$Q_{\text{И}} = \frac{2\pi k_0 h (P_{\text{К}} - P_{\text{ОЗП}})}{\mu \cdot \ln\left(\frac{R_{\text{К}}}{R_{\text{ОЗП}}}\right)} = \frac{2\pi k_{\text{ОЗП}} h (P_{\text{ОЗП}} - P_{\text{СКВ}})}{\mu \cdot \ln\left(\frac{R_{\text{ОЗП}}}{R_{\text{СКВ}}}\right)}$$

$$\frac{k_0 (P_{\text{К}} - P_{\text{ОЗП}})}{\ln\left(\frac{R_{\text{К}}}{R_{\text{ОЗП}}}\right)} = \frac{k_{\text{ОЗП}} (P_{\text{ОЗП}} - P_{\text{СКВ}})}{\ln\left(\frac{R_{\text{ОЗП}}}{R_{\text{СКВ}}}\right)}$$

$$\frac{k_0 P_{\text{К}}}{\ln\left(\frac{R_{\text{К}}}{R_{\text{ОЗП}}}\right)} - \frac{k_0 P_{\text{ОЗП}}}{\ln\left(\frac{R_{\text{К}}}{R_{\text{ОЗП}}}\right)} = \frac{k_{\text{ОЗП}} P_{\text{ОЗП}}}{\ln\left(\frac{R_{\text{ОЗП}}}{R_{\text{СКВ}}}\right)} - \frac{k_{\text{ОЗП}} P_{\text{СКВ}}}{\ln\left(\frac{R_{\text{ОЗП}}}{R_{\text{СКВ}}}\right)}$$

$$P_{\text{ОЗП}} \left[\frac{k_{\text{ОЗП}}}{\ln\left(\frac{R_{\text{ОЗП}}}{R_{\text{СКВ}}}\right)} + \frac{k_0}{\ln\left(\frac{R_{\text{К}}}{R_{\text{ОЗП}}}\right)} \right] = \frac{k_0 P_{\text{К}}}{\ln\left(\frac{R_{\text{К}}}{R_{\text{ОЗП}}}\right)} + \frac{k_{\text{ОЗП}} P_{\text{СКВ}}}{\ln\left(\frac{R_{\text{ОЗП}}}{R_{\text{СКВ}}}\right)}$$

Отсюда найдём значение пластового давления на краю околоскважинной зоны пласта:

$$P_{\text{ОЗП}} = \frac{\frac{250 \cdot 75}{\ln\left(\frac{250}{1}\right)} + \frac{100 \cdot 50}{\ln\left(\frac{1}{0,05}\right)}}{\frac{100}{\ln\left(\frac{1}{0,05}\right)} + \frac{250}{\ln\left(\frac{250}{1}\right)}} = 64,4 \text{ атм}$$

Рассчитаем дебит идеальной скважины без учёта свойств околоскважинной зоны пласта (не забываем про размерности):

$$Q_{\text{и}} = \frac{2\pi k_0 h (P_{\text{к}} - P_{\text{скв}})}{\mu \cdot \ln\left(\frac{R_{\text{к}}}{R_{\text{скв}}}\right)} = \frac{2\pi \cdot 250 \cdot 10^{-15} \cdot 4 \cdot (75 - 50) \cdot 10^5}{5 \cdot 10^{-3} \cdot \ln\left(\frac{250}{0,05}\right)} \cdot 60 \cdot 60 \cdot 24 = 31,87 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Рассчитаем дебит реальной скважины с учётом свойств околоскважинной зоны пласта:

$$Q_{\text{р}} = \frac{2\pi k_{\text{озп}} h (P_{\text{озп}} - P_{\text{скв}})}{\mu \cdot \ln\left(\frac{R_{\text{озп}}}{R_{\text{скв}}}\right)} = \frac{2\pi \cdot 100 \cdot 10^{-15} \cdot 4 \cdot (64,4 - 50) \cdot 10^5}{5 \cdot 10^{-3} \cdot \ln\left(\frac{1}{0,05}\right)} \cdot 60 \cdot 60 \cdot 24 = 20,86 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Найдём величину скин-фактора:

$$S = \left(\frac{Q_{\text{и}}}{Q_{\text{р}}} - 1\right) \ln\left(\frac{R_{\text{к}}}{R_{\text{скв}}}\right) = \left(\frac{31,87}{20,86} - 1\right) \ln\left(\frac{250}{0,05}\right) = 4,49 \text{ (безразм.)}$$

Ответ: 4,49.

Задача 7.

Определить количество рабочих дней необходимых для транспортировки труб на трассу и раскладке по трассе трубопровода (см. схему) при следующих условиях. Трубовоз забирает трубы на пункте погрузки труб, везет по автомобильной дороге и по вдольтрассовому проезду до места выгрузки. Выгрузка труб начинается от конечного пункта и по мере подвозки труб смещается по вдольтрассовому проезду к точке съезда с автомобильной дороги на вдольтрассовый проезд.



Трубы выкладываются торец к торцу без зазора, длину одной трубы принять равной 12 метрам. Рабочая смен в сутки составляет 10 часов, организация обладает 5 трубовозами, каждый из которых может перевозить

одновременно 2 трубы. Расчетная скорость движения трубовоза с трубами по автомобильной дороге ($S_{д}^T$) составляет 40 км/ч, по вдольтрассовой ($S_{п}^T$) дороге – 20 км/ч, без труб по автомобильной ($S_{д}^П$) – 60 км/ч, по вдольтрассовой ($S_{п}^П$) – 30 км/ч. Временем вынужденного простоя техники при погрузке/разгрузке пренебречь, ответ округлить до ближайшего большего.

Решение:

1. Определим количество труб (N), которое необходимо вывести на трассу:

$$N = \frac{L}{12} = \frac{40000}{12} = 3333,33 \approx 3334 \text{шт}$$

2. Определим количество рейсов, необходимых для возки этих труб на трассу:

$$R = \frac{3334}{2} = 1667 \text{ рейсов}$$

3. Определим среднее время возки трубы на трассу, при условии что трубовоз с трубами едет сначала по автомобильной подъездной дороге, а потом половину вдольтрассового проезда, после чего возвращается в пункт погрузки труб:

$$T_{\text{ср}} = \frac{l_{д}}{S_{д}^T} + \frac{l_{д}}{S_{д}^П} + \frac{1}{2} \left(\frac{L}{S_{п}^T} + \frac{L}{S_{п}^П} \right) = \frac{30}{40} + \frac{30}{60} + \frac{1}{2} \left(\frac{40}{20} + \frac{40}{30} \right) = 2,92 \text{ч}$$

4. Определим время, необходимое для выполнения всех рейсов:

$$T_{\text{общ}} = R \cdot T_{\text{ср}} = 4862,08 \text{ч}$$

5. Определим количество календарных дней работы, при условии что рабочая смена в сутки составляет 10 часов, организация обладает 5 трубовозами:

$$T_{\text{к}} = \frac{T_{\text{общ}}}{5 \cdot 10} = \frac{4862,08}{50} = 97,25 \sim 98 \text{дней}$$

Ответ: 98 дней.

Задача 8.

Определить какое максимальное рабочее давление будет безопасным, если по причине коррозии толщина стенки уменьшилась на 35%, а эксперты в области безопасности советуют увеличить коэффициент надежности на этом участке на 15%. Первоначальное максимальное рабочее давление – 9,8 МПа. Ответ округлить до первого знака после запятой в большую сторону.

Иметь в виду, что напряжение в стенке трубы зависит от внутреннего диаметра (D), максимального рабочего давления (P), толщины стенки (t) и коэффициента надежности (k_n) по формуле:

$$\sigma = \frac{P \cdot D}{2 \cdot t} \cdot k_n$$

Решение:

Поскольку отношение напряжения к диаметру ($\sigma/D = const$) на участке остается неизменным, то искомое давление зависит только от соотношения толщин стенки и коэффициентов надежности:

$$\frac{P_H}{2 \cdot t_H} \cdot k_{nH} = \frac{P_K}{2 \cdot t_K} \cdot k_{nK}$$

$$\frac{P_H}{2 \cdot t_H} \cdot k_{nH} = \frac{P_K}{2 \cdot t_K} \cdot k_{nK}$$

$$P_K = P_H \cdot \frac{t_K}{t_H} \cdot \frac{k_{nH}}{k_{nK}}$$

$$\frac{t_K}{t_H} = 0,65; \frac{k_{nH}}{k_{nK}} = \frac{1}{1,15} = 0,869$$

$$P_K = 9,8 \cdot 0,65 \cdot 0,869 = 5,54 \approx 5,6 \text{ МПа}$$

Ответ: 5,6 МПа.

Рекомендуемая литература

1. Арустамова Ц.Т., Иванникова В.Г., Гидравлика. – М.: Недра, 1995. – 198с.
2. Дроздова Ю.А., Кравченко М.Н., Разбегина Е.Г. Гидравлический расчет сложных трубопроводов. Учебное пособие. – М: ИЦ РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина. 2016.- 75с.
3. Алиев З.С., Мараков Д.А. Разработка месторождений природных газов. Учебное пособие для вузов. – М.: МАКС Пресс. 2011. – 340 с.
4. Вяхирев Р.И. Теория и опыт разработки месторождений природных газов. – М.: Недра. 1999. – 411 с.
5. Ганджумян Р.А., Калинин А.Г., Сердюк Н.И. Расчеты в бурении. под общ. ред. А. Г. Калинина. - Москва: РГГРУ, 2007. - 664 с.
6. Гажур А.А. Теплотехника. Теплопередача и термодинамика. Учебник. – М.: РЭУ им. Г.В. Плеханова. 2017. - 277 с.
7. Диагностика и ремонт трубопроводов: методы, совершенствование, применение / Под общ. ред. А.Г. Гумерова/. – М.: Недра. 2014. – 147 с.
8. Дмитриев Н.М., Кадет В.В. Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика. – М.: ИЦ РГУ нефти и газа. 2016. – 347 с.
9. Зуйков А.Л. Гидравлика. Учебник. В 2-х тт. – М.: МИСИ-МГСУ. 2018.
10. Калинин А.Ф., Купцов С.М., Лопатин А.С., Шотиди К.Х. Термодинамика и теплопередача в технологических процессах нефтяной и газовой промышленности. Учебник для вузов. – М.: ИЦ РГУ нефти и газа. 2016. – 264 с.
11. Михайлов Н.Н. Физика нефтяного и газового пласта. Учебное пособие. М.: МАКС Пресс. 2008. –446 с.
12. Мищенко И.Т. Скважинная добыча нефти. Учебник для вузов. – М.: ИЦ РГУ нефти и газа. 2015. – 448 с.
13. Тер-Саркисов Р.М. Разработка месторождений природных газов. - М.: Недра. 1999. – 658 с.

14. Физика нефтяного и газового пласта. Методические указания для практических занятий студентов бакалавриата направления 21.03.01. - СПб: Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». 2016. – 44 с.
15. Желтов Ю.П., Стрижов И.Н., Золотухин А.Б., Зайцев В.М. Сборник задач по разработке нефтяных месторождений: Учебное пособие для ВУЗов.
16. Желтов Ю. П. Разработка нефтяных месторождений. Учебник для ВУЗов.
17. СП 36.13330.2012 Магистральные трубопроводы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85* (с Изменением N 1);
18. СП 86.13330.2014 Магистральные трубопроводы (пересмотр актуализированного СНиП III-42-80* "Магистральные трубопроводы" (СП 86.13330.2012)) (с Изменениями N 1, 2)
19. ГОСТ 31447-2012 Трубы стальные сварные для магистральных газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов. Технические условия (с Поправкой);
20. Бородавкин П.П., Березин В.Л. Сооружение магистральных трубопроводов М.: Недра, 1977. — 407 с.
21. Ганджумян Р.А., Калинин А.Г., Сердюк Н.И. Расчеты в бурении
22. Исаев В.И., Марков О.А. Управление скважиной. Предупреждение и ликвидация газонефтеводопроявлений: учеб. пособие [Текст] . М.: Фазис, 2006. - 134 с.
23. Алиев З.С., Л.В. Самуйлова, Мараков Д.А. Газогидродинамические исследования газовых пластов и скважин. Учебное пособие для вузов. – М.: МАКС Пресс. 2011. – 220 с.
24. Тер-Саркисов Р.М. Разработка месторождений природных газов. - М.: Недра. 1999. – 658 с.