

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

**3.2 МЕТОДИКА РАСЧЕТА НОРМ РАСХОДА
ПОДГОТОВЛЕННОЙ НЕФТИ НА ПРОМЫВКУ
ПЕСЧАНЫХ ПРОБОК**

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН ОАО «Всероссийский научно-исследовательский институт организации, управления и экономики нефтегазовой промышленности» (Отдел ресурсосбережения и нормирования расхода топливно-энергетических ресурсов)

ВНЕСЕН Департаментом нефтяной промышленности Министерства энергетики Российской Федерации

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Минэнерго России от.....№.....

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Настоящий руководящий документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Министерства энергетики Российской Федерации.

Содержание

	Стр.
1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Определения	1
4 Порядок разработки	2

РД 153-39.0-099-01

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

МЕТОДИКА РАСЧЕТА НОРМ РАСХОДА ПОДГОТОВЛЕННОЙ НЕФТИ НА ПРОМЫВКУ ПЕСЧАНЫХ ПРОБОК

Дата введения 2002-01-01

1 Область применения

Настоящий документ распространяется на работы по добыче нефти; позволяет провести расчеты норм расхода подготовленной нефти на проведение промывок песчаных пробок; является обязательным для организаций и предприятий топливно-энергетического комплекса независимо от форм собственности.

2 Нормативные ссылки

В настоящем документе приведены ссылки и использованы следующие документы:

2.1 Инструкция по промывке и очистке песчаных пробок в нефтяных скважинах. – М.: Гостоптехиздат, 1941.

3 Определения

В настоящем документе применены следующие определения:

3.1 Использование подготовленной нефти для проведения операций по промывке песчаных пробок – применение подготовленной нефти для проведения операций по промывке песчаных пробок в количестве, необходимом для проведения процесса.

3.2 Потребность в подготовленной нефти на проведение операций по промывке песчаных пробок – количество подготовленной нефти, которое необходимо для проведения операций по промывке песчаных пробок.

3.3 Расход подготовленной нефти на проведение операций по промывке песчаных пробок – потери подготовленной нефти в результате фильтрации в пласт при проведении процесса по промывке песчаных пробок нефтью.

3.4 Норма использования подготовленной нефти на проведение операции по промывке песчаных пробок – количество подготовленной нефти,

необходимое для проведения одной операции по промывке песчаных пробок.

3.5 Норма расхода подготовленной нефти на проведение операции по промывке песчаных пробок – количество подготовленной нефти, которое теряется при проведении одной операции по промывке песчаных пробок.

3.6 Норматив расхода подготовленной нефти на проведение процессов по промывке песчаных пробок – часть годовой добычи нефти, выраженная в процентах, которая расходуется на проведение операций по промывке песчаных пробок.

4 Порядок разработки

4.1 Индивидуальная норма использования подготовленной нефти на проведение одной операции по промывке песчаной пробки в скважине – количество подготовленной нефти, необходимое для проведения одной операции по промывке песчаной пробки в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, определяется по формуле

$$H_{kij} = \rho_n \{ 0,785 \cdot [D_{kij}^2 \cdot h_{скв\ kij} - D_{kij}^2 \cdot H_{ст\ kij} \cdot (1 - B_{kij}) - (d_{н\ kij}^2 - d_{в\ kij}^2) \cdot L_{нкт\ kij}] + W_{п\ kij} \} , \quad \text{т/скв.-опер.}, \quad (1)$$

где H_{kij} – индивидуальная норма использования подготовленной нефти на проведение одной операции по промывке песчаной пробки в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, т/скв.-опер.;

ρ_n – плотность подготовленной нефти при стандартных условиях, т/м³;

$h_{скв\ kij}$ – глубина j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества до искусственного забоя, м;

D_{kij} – внутренний диаметр эксплуатационной колонны j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества, м;

$d_{н\ kij}$,
 $d_{в\ kij}$ – соответственно, наружный и внутренний диаметр промывочных труб j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества, м;

$L_{нкт\ kij}$ – длина насосно-компрессорных труб j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества, м;

- $H_{ст\ kij}$ – высота статического столба жидкости j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества, м;
- B_{kij} – обводненность продукции j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества, доля;
- $W_{п\ kij}$ – объем нефти, фильтрующейся в пласт в процессе промывки j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества, $м^3$.

4.2 Норма использования подготовленной нефти на проведение одной операции по промывке песчаной пробки в скважине по площади – средневзвешенное значение необходимого количества подготовленной нефти на проведение одной операции по промывке песчаной пробки в скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, определяется по формуле

$$H_{ki} = \frac{\sum_{j=1}^m H_{kij} \cdot z_{kij}}{\sum_{j=1}^m z_{kij}}, \text{ т/скв.-опер.}, \quad (2)$$

- где H_{ki} – норма использования подготовленной нефти на проведение одной операции по промывке песчаной пробки в скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, т/скв.-опер.;
- H_{kij} – индивидуальная норма использования подготовленной нефти на проведение одной операции по промывке песчаной пробки в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, т/скв.-опер.;
- z_{kij} – количество скважино-операций по промывке песчаных пробок, проводимых на j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества в планируемом году, скв.-опер./год;
- m – количество j -х скважин на i -й площади k -го предприятия акционерного общества.

4.3 Норма использования подготовленной нефти на проведение одной операции по промывке песчаной пробки в скважине по предприятию – средневзвешенное значение необходимого количества подготовленной неф-

ти на проведение одной операции по промывке песчаной пробки в скважине k-го предприятия акционерного общества, определяется по формуле

$$H_k = \frac{\sum_{i=1}^n H_{ki} \cdot z_{ki}}{\sum_{i=1}^n z_{ki}}, \quad \text{т/скв.-опер.}, \quad (3)$$

- где H_k — норма использования подготовленной нефти на проведение одной операции по промывке песчаной пробки в скважине k-го предприятия акционерного общества, т/скв.-опер.;
- H_{ki} — норма использования подготовленной нефти на проведение одной операции по промывке песчаной пробки в скважине i-й площади k-го предприятия акционерного общества, т/скв.-опер.;
- z_{ki} — количество скважино-операций по промывке песчаных пробок, проводимых на i-й площади k-го предприятия акционерного общества в планируемом году, скв.-опер./год;
- n — количество i-х площадей на k-м предприятии акционерного общества.

4.4 Норма использования подготовленной нефти на проведение одной операции по промывке песчаной пробки в скважине по акционерному обществу — средневзвешенное значение необходимого количества подготовленной нефти на проведение одной операции по промывке песчаной пробки в скважине акционерного общества, определяется по формуле

$$H = \frac{\sum_{k=1}^e H_k \cdot z_k}{\sum_{k=1}^e z_k}, \quad \text{т/скв.-опер.}, \quad (4)$$

- где H — норма использования подготовленной нефти на проведение одной операции по промывке песчаной пробки в скважине акционерного общества, т/скв.-опер.;
- H_k — норма использования подготовленной нефти на проведение одной операции по промывке песчаной пробки в скважине k-го предприятия акционерного общества, т/скв.-опер.;

z_k — количество скважино-операций по промывке песчаных пробок, проводимых на k -м предприятии акционерного общества в планируемом году, скв.-опер./год;

e — количество k -х предприятий акционерного общества.

4.5 Потребность в подготовленной нефти на проведение промывок песчаных пробок по j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества на год определяется по формуле

$$Q_{kij} = H_{kij} \cdot z_{kij}, \quad \text{т/год}, \quad (5)$$

где Q_{kij} — потребность в подготовленной нефти на проведение промывок песчаных пробок по j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества на год, т/год;

H_{kij} — индивидуальная норма использования подготовленной нефти на проведение одной операции по промывке песчаной пробки в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, т/скв.-опер.;

z_{kij} — количество скважино-операций по промывке песчаных пробок, проводимых на j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества в планируемом году, скв.-опер./год.

4.6 Потребность в подготовленной нефти на проведение промывок песчаных пробок по i -й площади k -го предприятия акционерного общества на год определяется по формуле

$$Q_{ki} = H_{ki} \cdot z_{ki}, \quad \text{т/год}, \quad (6)$$

где Q_{ki} — потребность в подготовленной нефти на проведение промывок песчаных пробок по i -й площади k -го предприятия акционерного общества на год, т/скв.-опер.;

H_{ki} — норма использования подготовленной нефти на проведение одной операции по промывке песчаной пробки в скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, т/скв.-опер.;

z_{ki} — количество скважино-операций по промывке песчаных пробок, проводимых на i -й площади k -го предприятия акционерного общества в планируемом году, скв.-опер./год.

4.7 Потребность в подготовленной нефти на проведение промывок песчаных пробок по k -му предприятию акционерного общества на год определяется по формуле

$$Q_k = H_k \cdot z_k, \text{ т/год}, \quad (7)$$

где Q_k – потребность в подготовленной нефти на проведение промывок песчаных пробок по k -му предприятию акционерного общества на год, т/год;

H_k – норма использования подготовленной нефти на проведение одной операции по промывке песчаной пробки в скважине k -го предприятия акционерного общества, т/скв.-опер.;

z_k – количество скважино-операций по промывке песчаных пробок, проводимых на k -м предприятии акционерного общества в планируемом году, скв.-опер./год.

4.8 Потребность в подготовленной нефти на проведение промывок песчаных пробок по акционерному обществу на год определяется по формуле

$$Q = H \cdot z, \text{ т/год}, \quad (8)$$

где Q – потребность в подготовленной нефти на проведение промывок песчаных пробок по акционерному обществу на год, т/год;

H – норма использования подготовленной нефти на проведение одной операции по промывке песчаной пробки в скважине акционерного общества, т/скв.-опер.;

z – количество скважино-операций по промывке песчаных пробок, проводимых в акционерном обществе в планируемом году, скв.-опер./год.

4.9 Расход подготовленной нефти при промывке песчаных пробок составляет часть нефти из общего объема, применяемой при промывке песчаных пробок, которая фильтруется в пласт из скважины.

4.9.1 Количество нефти, фильтрующейся в пласт в единицу времени, определяется по формуле Дюпюи:

$$Q_{\phi kij} = \frac{2\pi \cdot k_{пз kij} \cdot h_{пл kij}}{\mu \ln \frac{R_{kij}}{r_{с kij}}} \cdot (P_{заб kij} - P_{пл ki}) \cdot 3,6 \cdot 10^3, \text{ м}^3/\text{ч}, (9)$$

- где
- $Q_{\phi kij}$ — количество нефти, фильтрующейся в пласт в единицу времени, $\text{м}^3/\text{ч}$;
 - $h_{пл kij}$ — эффективная мощность пласта по j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, м;
 - $k_{пз kij}$ — проницаемость призабойной зоны j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества, м^2 ;
 - R_{kij} — радиус контура питания j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества принимается равным половине расстояния между скважинами, м;
 - $r_{с kij}$ — радиус j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества, м;
 - μ — динамическая вязкость нефти при температуре на забое j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества, $\text{Па}\cdot\text{с}$;
 - $P_{пл ki}$ — пластовое давление по i -й площади k -го предприятия акционерного общества, Па;
 - $P_{заб kij}$ — забойное давление в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, Па.

4.9.2 Давление на забое скважины вычисляется по формуле

$$P_{заб kij} = \frac{(h_{скв kij}) \cdot \rho_{см kij}}{10} \cdot 10^5 + h_{тр kij} + h_{ур kij}, \text{ Па}, (10)$$

- где
- $P_{заб kij}$ — забойное давление в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, Па;
 - $h_{скв kij}$ — глубина j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества до искусственного забоя, м;

- $h_{тр\ kij}$ — гидравлическое сопротивление при движении жидкости с песком в кольцевом пространстве j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества (при прямой промывке) или по промывочным трубам (при обратной промывке), Па;
- $h_{ур\ kij}$ — потери напора на уравнивание столбов жидкости разной плотности в промывочных трубах и в кольцевом пространстве при промывке песчаной пробки в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, Па;
- $\rho_{см\ kij}$ — плотность смеси нефти с вымываемым песком в подъемных трубах при промывке песчаной пробки в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, т/м³.

4.9.3 Плотность смеси нефти с вымываемым песком в подъемных трубах при промывке песчаной пробки в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества вычисляется по формуле

$$\rho_{см\ kij} = \rho_n \cdot \delta_{н\ kij} + \rho_{п} \cdot \delta_{п\ kij}, \quad \text{т/м}^3, \quad (11)$$

- где $\delta_{н\ kij}$ — объемная доля нефти в смеси жидкости с вымываемым песком в подъемных трубах при промывке песчаной пробки в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, доля;
- ρ_n — плотность нефти при стандартных условиях, т/м³;
- $\rho_{п}=2,6$ — плотность песка при промывке песчаной пробки, т/м³;
- $\delta_{п\ kij}$ — объемная доля песка в смеси жидкости с вымываемым песком в подъемных трубах при промывке песчаной пробки в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, доля.

4.9.4 Определяем объемные доли песка и нефти в нефтесаночной смеси:

$$\delta_{п\ kij} = \frac{U_{п\ kij}}{U_{п\ kij} + U_{н\ kij}}, \quad \text{доля}, \quad (12)$$

$$\delta_{н kij} = \frac{U_{н kij}}{U_{п kij} + U_{н kij}}, \text{ доля,} \quad (13)$$

- где $\delta_{п kij}$ – объемная доля песка в нефтесочной смеси, доля;
- $\delta_{н kij}$ – объемная доля нефти в нефтесочной смеси, доля;
- $U_{п kij}$ – количество песка, поступающего в нефтесочную смесь в единицу времени при промывке песчаной пробки в j-й скважине i-й площади k-го предприятия акционерного общества, м³/мин.;
- $U_{н kij}$ – количество нефти, поступающей в нефтесочную смесь в единицу времени при промывке песчаной пробки в j-й скважине i-й площади k-го предприятия акционерного общества; м³/мин. (определяется по производительности насоса $Q_{н kij}$).

4.9.5 Количество песка, поступающего в нефтесочную смесь, определяется исходя из норм времени на промывку песчаной пробки по акционерному обществу. При норме времени $N_{пп}$ на промывку 1 м песчаной пробки, мин./м пробки:

$$U_{п kij} = \frac{1}{N_{пп}} \cdot F_{пп kij} \cdot (1 - m_{пп}), \text{ м}^3/\text{мин.}, \quad (14)$$

- где $U_{п kij}$ – количество песка, поступающего в нефтесочную смесь в единицу времени при промывке песчаной пробки в j-й скважине i-й площади k-го предприятия акционерного общества, м³/мин.;
- $N_{пп}$ – норма времени на промывку 1 м песчаной пробки, м/мин.;
- $F_{пп kij}$ – площадь сечения песчаной пробки в j-й скважине i-й площади k-го предприятия акционерного общества, м²;
- $m_{пп}=0,3$ – пористость песчаной пробки.

4.9.6 Площадь сечения песчаной пробки в j-й скважине i-й площади k-го предприятия акционерного общества определяется по формуле

$$F_{пп kij} = 0,785 \cdot D_{kij}^2, \text{ м}^2, \quad (15)$$

где $F_{пп\ kij}$ — площадь сечения песчаной пробки в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, m^2 ;

D_{kij} — внутренний диаметр эксплуатационной колонны, м.

4.9.7 Гидравлическое сопротивление при движении жидкости с песком в кольцевом пространстве j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества (прямая промывка):

$$h_{тр\ kij} = 10^3 \cdot \varphi \lambda_{kij} \cdot \frac{h_{скв\ kij}}{D_{kij} - d_{н\ kij}} \cdot \frac{V_{см\ к\ kij}^2 \cdot \rho_{см\ kij}}{2}, \text{ Па}, (16)$$

где $h_{тр\ kij}$ — гидравлическое сопротивление при движении жидкости с песком в кольцевом пространстве j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества, Па;

$\varphi = 1,1-1,2$ — коэффициент, учитывающий повышение гидравлических потерь в связи с наличием песка в жидкости;

λ_{kij} — коэффициент трения при движении жидкости по трубам;

$V_{см\ к\ kij}$ — скорость движения нефтесредной смеси в кольцевом пространстве j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества, м/с;

$h_{скв\ kij}$ — глубина j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества от устья до искусственного забоя, м;

$\rho_{см\ kij}$ — плотность смеси нефти с вымываемым песком в кольцевом пространстве при промывке песчаной пробки в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, t/m^3 .

D_{kij} — внутренний диаметр эксплуатационной колонны j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества, м;

$d_{н\ kij}$ — наружный диаметр промывочных труб j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества, м.

4.9.8 Скорость движения нефтесочной смеси в кольцевом пространстве j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества определяется по формуле

$$V_{см\ k\ kij} = \frac{Q_{н\ kij}}{F_{к\ kij}} = \frac{4 \cdot Q_{н\ kij}}{\pi \cdot (D_{kij}^2 - d_{н\ kij}^2)}, \text{ м/с}, \quad (17)$$

- где $V_{см\ k\ kij}$ – скорость движения нефтесочной смеси в кольцевом пространстве j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества, м/с;
- $Q_{н\ kij}$ – подача насоса при промывке песчаной пробки в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, м³/с;
- $F_{к\ kij}$ – площадь кольцевого пространства в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, м²;
- D_{kij} – внутренний диаметр эксплуатационной колонны j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества, м;
- $d_{н\ kij}$ – наружный диаметр промывочных труб j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества, м.

4.9.9 Коэффициент λ для ламинарного режима течения определяется по формуле Стокса:

$$\lambda_{kij} = \frac{64}{Re_{kij}}, \quad (18)$$

4.9.10 Коэффициент λ для турбулентного режима течения определяется по формуле Блазиуса:

$$\lambda_{kij} = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{Re_{kij}}}, \quad (19)$$

где Re – число Рейнольдса, определяется по формуле

$$Re_{kij} = \frac{V_{см\ k\ kij} \cdot (D_{kij} - d_{н\ kij})}{\nu}, \quad (20)$$

- где $V_{см\ k\ kij}$ – скорость движения нефтепесчаной смеси в кольцевом пространстве j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества, м/с;
- $(D_{kij}-d_{н\ kij})$ – диаметр трубопровода (кольцевого пространства при прямой промывке), м;
- ν – кинематическая вязкость нефти при стандартных условиях, m^2/c .

При $Re < 2320$ режим ламинарный, при $Re > 2800$ – турбулентный.

4.9.11 Гидравлическое сопротивление при движении жидкости с песком по промывочным трубам j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества (обратная промывка):

$$h_{тр\ kij} = 10^3 \cdot \varphi \lambda_{kij} \cdot \frac{h_{скв\ kij}}{d_{в\ kij}} \cdot \frac{V_{см\ т\ kij}^2 \cdot \rho_{см\ kij}}{2}, \text{ Па}, (21)$$

- где $h_{тр\ kij}$ – гидравлическое сопротивление при движении жидкости с песком по промывочным трубам j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества, Па;
- $\varphi=1,1-1,2$ – коэффициент, учитывающий повышение гидравлических потерь в связи с наличием песка в жидкости;
- λ_{kij} – коэффициент трения при движении жидкости по трубам;
- $h_{скв\ kij}$ – глубина j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества до искусственного забоя, м;
- $\rho_{см\ kij}$ – плотность смеси нефти с вымываемым песком в промывочных трубах при промывке песчаной пробки в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, t/m^3 .
- $V_{см\ т\ kij}$ – скорость движения нефтепесчаной смеси в промывочных трубах j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества, м/с;
- $d_{в\ kij}$ – внутренний диаметр промывочных труб j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества, м.

4.9.12 Скорость движения нефтесандовой смеси в промысловых трубах j-й скважины i-й площади k-го предприятия определяется по формуле

$$V_{см\ t\ kij} = \frac{4 \cdot Q_{н\ kij}}{\pi \cdot d_{в\ kij}^2}, \text{ м/с}, \quad (22)$$

где $V_{см\ t\ kij}$ – скорость движения нефтесандовой смеси в промысловых трубах j-й скважины i-й площади k-го предприятия, м/с;

$Q_{н\ kij}$ – подача насоса при промывке песчаной пробки в j-й скважине i-й площади k-го предприятия акционерного общества, м³/с;

$d_{в\ kij}$ – внутренний диаметр промысловых труб, м.

4.9.13 Потери напора на уравнивание столбов жидкости разной плотности в промысловых трубах и кольцевом пространстве определяются по формуле К.А. Апресова.

4.9.13.1 При прямой промывке:

$$h_{уп\ kij} = \frac{(1 - m_{пп}) \cdot F_{kij} \cdot L_{kij}}{F_{к\ kij}} \cdot \left[\frac{\rho_{п}}{\rho_{н}} \cdot \left(1 - \frac{V_{кр}}{V_{см\ к\ kij}} \right) - 1 \right] \cdot 10^4, \text{ Па}, \quad (23)$$

где $h_{уп\ kij}$ – потери напора на уравнивание столбов жидкости разной плотности в промысловых трубах и кольцевом пространстве j-й скважины i-й площади k-го предприятия акционерного общества, Па;

$m_{пп}=0,3$ – пористость песчаной пробки;

F_{kij} – площадь сечения эксплуатационной колонны j-й скважины i-й площади k-го предприятия акционерного общества, м²;

$F_{к\ kij}$ – площадь сечения кольцевого пространства j-й скважины i-й площади k-го предприятия акционерного общества, м²;

L_{kij} – высота песчаной пробки, промытой за один прием (без остановки для наращивания промысловых труб), м;

$\rho_{н}$ – плотность нефти при стандартных условиях, т/м³;

$\rho_{\text{п}}=2,6$ — плотность песка, т/м³;

$V_{\text{см к kij}}$ — скорость нефтепесчаной смеси в кольцевом пространстве j-й скважины i-й площади k-го предприятия акционерного общества, м/с;

$V_{\text{кр}}$ — скорость свободного падения песчинок в промывочной жидкости, м/с.

4.9.14 Скорость свободного падения песчинок в промывочной жидкости в j-й скважине i-й площади k-го предприятия акционерного общества определяется по формуле

$$V_{\text{кр}} = \frac{\mu_{\text{н}} Ar}{d_{\text{п}} \cdot \rho_{\text{п}} \cdot (18 + 0,61\sqrt{Ar})}, \text{ м/с}; \quad (24)$$

$$Ar = \frac{d_{\text{п}}^3 \cdot \rho_{\text{н}} \cdot g}{\mu^2} \cdot (\rho_{\text{п}} - \rho_{\text{н}}), \quad (25)$$

где μ — динамическая вязкость нефти при стандартных условиях, Па·с;

$\rho_{\text{п}}=2,6$ — плотность песка, т/м³;

$\rho_{\text{н}}$ — плотность нефти при стандартных условиях, т/м³;

$d_{\text{п}}$ — диаметр песчинок, м;

g — ускорение свободного падения, м/с²;

Ar — критерий Архимеда.

4.9.15 Потери напора на уравнивание столбов жидкости в промывочных трубах и кольцевом пространстве при обратной промывке определяются по формуле

$$h_{\text{ур kij}} = \frac{(1 - m_{\text{пп}}) \cdot F_{\text{kij}} \cdot L_{\text{kij}}}{F_{\text{т kij}}} \cdot \left[\frac{\rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{н}}} \cdot \left(1 - \frac{V_{\text{кр}}}{V_{\text{см т kij}}} \right) - 1 \right] \cdot 10^4, \text{ Па}, \quad (26)$$

- где $h_{yp\ kij}$ – потери напора на уравнивание столбов жидкости разной плотности в промывочных трубах и кольцевом пространстве j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества, Па;
- $m_{пп}=0,3$ – пористость песчаной пробки;
- $F_{т\ kij}$ – площадь поперечного сечения промывочных труб при промывке песчаной пробки в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, m^2 ;
- F_{kij} – площадь сечения эксплуатационной колонны j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества, m^2 ;
- L_{kij} – высота песчаной пробки, промытой за один прием (без остановки для наращивания промывочных труб), м;
- $\rho_{п}=2,6$ – плотность песка, t/m^3 ;
- $\rho_{н}$ – плотность нефти при стандартных условиях, t/m^3 ;
- $V_{кр}$ – скорость свободного падения песчинок в промывочной жидкости, м/с;
- $V_{см\ т\ kij}$ – скорость нефтесанной смеси в промывочных трубах j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества, м/с.

4.9.16 Объем подготовленной нефти, фильтрующейся в пласт за время промывки песчаной пробки в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, определяется по формуле

$$W_{п\ kij} = Q_{ф\ kij} \cdot t_{kij}, \quad m^3, \quad (27)$$

- где $W_{п\ kij}$ – объем подготовленной нефти, фильтрующейся в пласт за время промывки песчаной пробки в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, m^3 ;
- $Q_{ф\ kij}$ – объем подготовленной нефти, фильтрующейся в пласт в единицу времени при промывке песчаной пробки в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, $m^3/ч$;
- t_{kij} – время промывки песчаной пробки в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, ч.

4.9.17 Время промывки песчаной пробки в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества определяется по формуле

$$t_{kij} = t_{н kij} + t_{в kij}, \quad \text{ч.}, \quad (28)$$

- где t_{kij} — время промывки песчаной пробки в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, ч.;
- $t_{н kij}$ — нормативное время на промывку песчаной пробки в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, ч.;
- $t_{в kij}$ — время, затрачиваемое на вынос последней порции песка из скважины при промывке песчаной пробки в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества (промывка «до чистой воды»), ч.

4.9.18 Нормативное время на промывку песчаной пробки в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества определяется по формуле

$$t_{н kij} = N_{пп} \cdot h_{пп kij} : 60, \quad \text{ч.}, \quad (29)$$

- где $t_{н kij}$ — нормативное время на промывку песчаной пробки в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, ч.;
- $N_{пп}$ — норма времени на промывку 1 м песчаной пробки, мин./м пробки;
- $h_{пп kij}$ — величина песчаной пробки в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, м.

4.9.19 Время, затрачиваемое на вынос последней порции песка из скважины, определяется по формуле

4.9.19.1 При прямой промывке:

$$t_{в kij} = \frac{h_{скв kij}}{3,6 \cdot 10^3 \cdot (V_{см к kij} - V_{кр})}, \quad \text{ч.}, \quad (30)$$

- где $t_{в kij}$ — время, затрачиваемое на вынос последней порции песка из скважины при промывке песчаной пробки в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества (промывка «до чистой воды»), ч.;

- $h_{\text{скв } kij}$ – глубина j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества, м;
- $V_{\text{см } k \text{ } kij}$ – скорость движения жидкости в кольцевом пространстве j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества, м/с;
- $V_{\text{кр}}$ – скорость свободного падения песчинок в промывочной жидкости, м/с.

4.9.19.2 При обратной промывке:

$$t_{\text{в } kij} = \frac{h_{\text{скв } kij}}{3,6 \cdot 10^3 \cdot (V_{\text{см } \text{т } kij} - V_{\text{кр}})} , \text{ ч.}, \quad (31)$$

- где $t_{\text{в } kij}$ – время, затрачиваемое на вынос последней порции песка из скважины при промывке песчаной пробки в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества (промывка «до чистой воды»), ч.;
- $h_{\text{скв } kij}$ – глубина j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества, м;
- $V_{\text{см } \text{т } kij}$ – скорость движения жидкости в промывочных трубах j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества, м/с;
- $V_{\text{кр}}$ – скорость свободного падения песчинок в промывочной жидкости, м/с.

4.10 Индивидуальная норма расхода подготовленной нефти на проведение одной операции по промывке песчаной пробки в скважине – часть подготовленной нефти, используемой при промывке песчаной пробки в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, которая фильтруется в пласт из скважины под действием перепада давления в процессе промывки пробки, определяется по формуле

$$N_{\text{р } kij} = W_{\text{п } kij} \cdot \rho_{\text{н}}, \text{ т/скв.-опер.}, \quad (32)$$

- где $N_{\text{р } kij}$ – индивидуальная норма расхода подготовленной нефти на проведение одной операции по промывке песчаной пробки в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, т/скв.-опер.;

$W_{п\ kij}$ – объем подготовленной нефти, фильтрующейся в пласт за время промывки песчаной пробки в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, $м^3$;

ρ_n – плотность нефти при стандартных условиях, $т/м^3$;

4.11 Норма расхода подготовленной нефти на проведение одной операции по промывке песчаной пробки в скважине по площади – средневзвешенное значение количества подготовленной нефти, которое теряется при проведении одной операции по промывке песчаной пробки в скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, определяется по формуле

$$H_{p\ ki} = \frac{\sum_{j=1}^m H_{p\ kij} \cdot Z_{kij}}{\sum_{j=1}^m Z_{kij}}, \quad \text{т/скв.-опер.}, \quad (33)$$

где $H_{p\ ki}$ – норма расхода подготовленной нефти на проведение одной операции по промывке песчаной пробки по i -й площади k -го предприятия акционерного общества, т/скв.-опер.;

$H_{p\ kij}$ – индивидуальная норма расхода подготовленной нефти на проведение одной операции по промывке песчаной пробки в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, т/скв.-опер.;

Z_{kij} – количество скважино-операций по промывке песчаных пробок, проводимых на j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества в планируемом году, скв.-опер./год;

m – количество j -х скважин на i -й площади k -го предприятия акционерного общества.

4.12 Норма расхода подготовленной нефти на проведение одной операции по промывке песчаной пробки в скважине по предприятию – средневзвешенное значение количества подготовленной нефти, которое теряется при проведении одной операции по промывке песчаной пробки в скважине k -го предприятия акционерного общества, определяется по формуле

$$H_{p\ k} = \frac{\sum_{i=1}^n H_{p\ ki} \cdot z_{ki}}{\sum_{i=1}^n z_{ki}}, \text{ т/скв.-опер.}, \quad (34)$$

- где $H_{p\ k}$ – норма расхода подготовленной нефти на проведение одной операции по промывке песчаной пробки в скважине k -го предприятия акционерного общества, т/скв.-опер.;
- $H_{p\ ki}$ – норма расхода подготовленной нефти на проведение одной операции по промывке песчаной пробки в скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, т/скв.-опер.;
- z_{ki} – количество скважино-операций по промывке песчаных пробок, проводимых на i -й площади k -го предприятия акционерного общества в планируемом году, скв.-опер./год;
- n – количество i -х площадей k -го предприятия акционерного общества.

4.13 Норма расхода подготовленной нефти на проведение одной операции по промывке песчаной пробки в скважине акционерного общества – средневзвешенное значение количества подготовленной нефти, которое теряется при проведении одной операции по промывке песчаной пробки в скважине акционерного общества, определяется по формуле

$$H_p = \frac{\sum_{k=1}^e H_{p\ k} \cdot z_k}{\sum_{k=1}^e z_k}, \text{ т/скв.-опер.}, \quad (35)$$

- где H_p – норма расхода подготовленной нефти на проведение одной операции по промывке песчаной пробки в скважине акционерного общества, т/скв.-опер.;
- $H_{p\ k}$ – норма расхода подготовленной нефти на проведение одной операции по промывке песчаной пробки в скважине k -го предприятия акционерного общества, т/скв.-опер.;

z_k — количество скважино-операций по промывке песчаных пробок, проводимых на k -м предприятии акционерного общества в планируемом году, скв.-опер./год;

e — количество k -х предприятий акционерного общества.

4.14 Расход подготовленной нефти на промывку песчаных пробок j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества за год определяется по формуле

$$Q_{p\ kij} = H_{p\ kij} \cdot z_{kij}, \quad \text{т/год}, \quad (36)$$

где $Q_{p\ kij}$ — расход подготовленной нефти на промывки песчаных пробок j -й скважины i -й площади k -го предприятия акционерного общества за год, т/год;

$H_{p\ kij}$ — индивидуальная норма расхода подготовленной нефти на проведение одной операции по промывке песчаной пробки в j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, т/скв.-опер.;

z_{kij} — количество скважино-операций по промывке песчаных пробок, проводимых на j -й скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества в планируемом году, скв.-опер./год.

4.15 Расход подготовленной нефти на промывку песчаных пробок по i -й площади k -го предприятия акционерного общества за год определяется по формуле

$$Q_{p\ ki} = H_{p\ ki} \cdot z_{ki}, \quad \text{т/год}, \quad (37)$$

где $Q_{p\ ki}$ — расход подготовленной нефти на промывку песчаных пробок по i -й площади k -го предприятия акционерного общества за год, т/год;

$H_{p\ ki}$ — норма расхода подготовленной нефти на проведение одной операции по промывке песчаной пробки в скважине i -й площади k -го предприятия акционерного общества, т/скв.-опер.;

z_{ki} — количество скважино-операций по промывке песчаных пробок, проводимых на i -й площади k -го предприятия акционерного общества в планируемом году, скв.-опер./год.

4.16 Расход подготовленной нефти на промывку песчаных пробок по k-му предприятию акционерного общества за год определяется по формуле

$$Q_{p\ k} = H_{p\ k} \cdot z_k, \quad \text{т/год}, \quad (38)$$

где $Q_{p\ k}$ – расход подготовленной нефти на промывку песчаных пробок по k-му предприятию акционерного общества за год, т/год;

$H_{p\ k}$ – норма расхода подготовленной нефти на проведение одной операции по промывке песчаной пробки в скважине k-го предприятия акционерного общества, т/скв.-опер.;

z_k – количество скважино-операций по промывке песчаных пробок, проводимых на k-м предприятии акционерного общества в планируемом году, скв.-опер./год.

4.17 Расход подготовленной нефти на промывку песчаных пробок акционерного общества за год определяется по формуле

$$Q_p = H_p \cdot z, \quad \text{т/год}, \quad (39)$$

где Q_p – расход подготовленной нефти на промывку песчаных пробок по акционерному обществу за год, т/год;

H_p – норма расхода подготовленной нефти на проведение одной операции по промывке песчаной пробки в скважине акционерного общества, т/скв.-опер.;

z – количество скважино-операций по промывке песчаных пробок, проводимых в акционерном обществе в планируемом году, скв.-опер./год.

4.18 Норматив расхода подготовленной нефти на промывку песчаных пробок по предприятию акционерного общества – отношение массы подготовленной нефти, расходуемой при промывке песчаных пробок по k-му предприятию акционерного общества за год, к массе годовой добычи нефти k-м предприятием, выраженное в процентах, определяется по формуле

$$N_{p\ k} = \frac{Q_{p\ k}}{G_k} \cdot 100, \quad \%, \quad (40)$$

- где $N_{p\ k}$ – норматив расхода подготовленной нефти на промывку песчаных пробок по k-му предприятию акционерного общества, %;
- $Q_{p\ k}$ – расход подготовленной нефти на промывку песчаных пробок по k-му предприятию акционерного общества за год, т/год;
- G_k – годовая добыча нефти k-м предприятием акционерного общества, т/год.

4.19 Норматив расхода подготовленной нефти на промывку песчаных пробок по акционерному обществу – отношение массы подготовленной нефти, расходуемой при промывке песчаных пробок по акционерному обществу за год, к массе годовой добычи нефти по акционерному обществу, выраженное в %, определяется по формуле

$$N_p = \frac{Q_p}{G} \cdot 100, \quad \% \quad (41)$$

- где N_p – норматив расхода подготовленной нефти на промывку песчаных пробок по акционерному обществу, %;
- Q_p – расход подготовленной нефти на промывку песчаных пробок по акционерному обществу за год, т/год;
- G – годовая добыча нефти акционерным обществом, т/год.

УДК

Т

ОКСТУ

Ключевые слова: норма, норматив, промывка песчаных пробок, подготовленная нефть, потребность нефти.
