

# Расчет параметров модели отстойника с вводами эмульсии через сопла в промежуточный слой

Ф.Ф. Хамидуллина  
аспирант<sup>1</sup>  
farida\_far@mail.ru

Р.Ф. Хамидуллин  
д.т.н., профессор<sup>2</sup>  
xamidi@mail.ru

<sup>1</sup>ГОУ ВПО Казанский Национальный  
Исследовательский Технологический  
Университет, факультет нефти и нефтехимии,  
кафедра Химической технологии переработки  
нефти и газа, Казань, Россия

**Рассчитаны конструктивные размеры внутренних устройств модели отстойника со скоростными вводами обрабатываемой эмульсии через сопла в промежуточный слой и гидродинамические параметры движения эмульсии в отстойнике. Установлено, что расчеты с высокой достоверностью могут быть использованы при изготовлении промышленных образцов отстойных аппаратов с рассмотренными конструктивными особенностями.**

## Материалы и методы

Технико-технологические расчеты конструктивных и гидродинамических параметров отстойника. Как источник информации использовались расчеты по Авт. свид. № 1736543, Бюл. № 20, 1992.

## Ключевые слова

эмульсия, скоростной ввод, коллектор, распределитель, сопла, расчеты параметров, модель отстойника

## 1. Введение

По существующей технологии добычи, сбора и транспорта продукции скважин Тумутукского месторождения ООО «Татнефть-Геология» добытая пластовая вода вместе с нефтью и газом по трубопроводу направляется на Чеканскую установку подготовки нефти (УПН), где отделившаяся от нефти пластовая вода используется для добычи нефти на Чеканском месторождении ЗАО «Геология». В связи с этим на Тумутукском месторождении собственная добытая пластовая вода используется для добычи нефти на Чеканском месторождении [1].

С целью эффективного решения этой проблемы разработана новая технология для предварительного сброса и очистки добытой пластовой воды и использования ее для добычи на самом Тумутукском месторождении.

В связи с разработкой новой технологии возникла необходимость применения для предварительного сброса пластовой воды более эффективного отстойного аппарата. Таким аппаратом является отстойник со скоростным вводом обрабатываемой эмульсии через сопла в промежуточный слой [2, 3]. Практика показала, что для применения этих отстойников на конкретном объекте требуется выполнение расчетов внутренних конструктивных параметров с учетом объемов и физико-химических свойств обрабатываемой газоводонефтяной эмульсии.

По этой причине целесообразным явилась необходимость разработки модели и выполнения расчетов параметров внутренних конструктивных устройств и гидродинамических параметров движения обрабатываемой эмульсии в отстойнике.

Существующая технологическая схема бора продукции скважин девонского горизонта на Тумутукском месторождении ООО «Татнефть-Геология» приведена на рисунке 1.

Далее приводится методика расчетов параметров отстойника.

**2. Модель и методика расчета внутренних конструктивных устройств и гидродинамических параметров нефтеобезвоживающей секции горизонтального отстойника с вводом обрабатываемой газоводонефтяной эмульсии в промежуточный слой через сопла**

## Исходные данные:

1. Количество продукции скважин:  $Q_{ж} = 0,00003 \text{ м}^3/\text{с}$ .
2. Обводненность продукции скважин: 81,0%.
3. Газосодержание продукции скважин:  $ГФ = 25 \text{ м}^3/\text{т}$ .
4. Плотность обрабатываемой газоводонефтяной эмульсии:  $\rho = 935,5 \text{ кг}/\text{м}^3$ .
5. Кинематическая вязкость обрабатываемой эмульсии:  $\nu = 60,95 \text{ м}^2/\text{с}$ .

Расчеты внутреннего конструктивного устройства модели отстойника выполнено с использованием исходных данных, представленных ООО «НПФ Иджат» (Республика Татарстан).

1. Определение объема модели отстойного аппарата (нефтеобезвоживающая секция) для обезвоживания нефти. Время отстоя нефти принимается равным  $t = 1 \text{ час}$ , откуда определяется минимальный объем отстойника:

$$V = Q_{ж} \cdot t \quad (1)$$

$$V = 0,00003 \cdot 1 = 0,00003 \cdot 3600 = 0,108 \text{ м}^3$$

Объем модели принимается равным  $0,1 \text{ м}^3$ .

Длина модели отстойника принимается равной  $L = 0,8 \text{ м}$ .

Длина секции обезвоживания нефти принимается равной  $0,6 \text{ м}$ .

Диаметр отстойника определяется по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot L}} \quad (2)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,1}{3,14 \cdot 0,8}} = 0,4 \text{ м}$$

2. Скорость ввода газоводонефтяной эмульсии в отстойник через сопла принимается равной:  $V_0 = 0,3 \text{ м}/\text{с}$ .

3. Определение площади сечения внутреннего диаметра трубы коллектора для ввода эмульсии определяется по формуле:

$$S_K = \frac{Q_{ж}}{v_0} \quad (3)$$

$$S_K = \frac{0,00003}{0,3} = 0,0001 \text{ м}^2$$

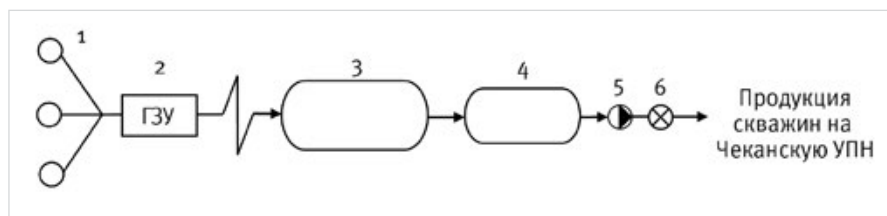


Рис. 1 — Существующая технологическая схема сбора продукции скважин девонского горизонта на Тумутукском месторождении ООО «Татнефть-Геология»:

1 — скважины; 2 — групповая замерная установка;  
3 — нефтесборная емкость ( $V = 200 \text{ м}^3$ ), 4 — буферная емкость ( $V = 100 \text{ м}^3$ );  
5 — насос нефтяной; 6 — расходомер.

4. Внутренний диаметр трубы горизонтального коллектора для ввода эмульсии определяется по формуле:

$$d_K = \sqrt{\frac{4 \cdot S_{кол}}{\pi \cdot v_0}} \quad (4)$$

$$d_K = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0001}{3,14 \cdot 0,3}} = 0,02 \text{ м}$$

5. Принимаются следующие размеры живого сечения выходного сопла:

- диаметр патрубка сопла,  $d_c = 5 \text{ мм} = 0,005 \text{ м}$ ;
- длина горизонтального размера живого сечения сопла на выходе эмульсии,  $l = 8 \text{ мм} = 0,008 \text{ м}$ ;
- высота вертикального размера сечения сопла на выходе эмульсии,  $h = 2 \text{ мм} = 0,002 \text{ м}$ .

6. Живое сечение сопла в виде эллипса на выходе обрабатываемой эмульсии в объемную полость отстойника определяется по формуле:

$$S_c = \pi \cdot \frac{l \cdot h^2}{4} \quad (5)$$

$$S_c = 3,14 \cdot \frac{0,008 \cdot 0,002^2}{4} \approx 0,000013 \text{ м}^2$$

7. Количество сопел определяется по формуле:

$$n_c = \frac{S_K}{S_c} \quad (6)$$

$$n_c = \frac{0,0001}{0,000013} = 8 \text{ шт.}$$

С учетом коэффициента запаса на возможность накопления осадков из продукции скважин на внутренней полости сопел, что может привести к уменьшению их проходного сечения, с целью сохранения их пропускной способности количество сопел принимается равным 16 шт.

8. Суммарное живое сечение сопел для ввода обрабатываемой эмульсии в отстойник определяется по формуле:

$$\Sigma S_c = S_c \cdot n_c \quad (7)$$

$$\Sigma S_c = 16 \cdot 0,000013 = 0,000208 \text{ м}^2$$

На рисунке 2 приведена конструктивная схема сопла для скоростного ввода обрабатываемой эмульсии в отстойник.

9. Определение количества горизонтальных поперечных распределителей диаметром  $d_p = 10 \text{ мм}$ . Сечение трубы распределителя определяется по формуле:

$$S_p = \frac{\pi \cdot d_p^2}{4} \quad (8)$$

$$S_p = \frac{3,14 \cdot 0,01^2}{4} = 0,000078 \text{ м}^2$$

Количество распределителей определяется по формуле:

$$n_p = \frac{S_K}{S_p} \quad (9)$$

$$n_p = \frac{0,0001}{0,000078} = 2 \text{ шт.}$$

10. С учетом конструкции отстойника принимается 4 параллельных ряда горизонтальных поперечных распределителей на боковых образующих горизонтального коллектора для ввода обрабатываемой эмульсии. На распределителе каждого ряда расположено 4 сопла.

11. Определение расстояния (X) между соседними распределителями при движении вводимой через сопла эмульсии с начальной скоростью ( $v_0$ ) от первого распределителя и конечной скоростью ( $v_K$ ) до следующего соседнего распределителя. Средняя скорость движения эмульсии в промежуточном слое определяется по формуле:

$$v_{cp} = \frac{v_0 + v_K}{2} \quad (10)$$

$$v_{cp} = \frac{0,3 + 0,05}{2} = \frac{0,35}{2} = 0,175 \text{ м/с}$$

где  $v_K$  — конечная скорость нефтяной эмульсии на расстоянии (X) после ввода обрабатываемой эмульсии через сопла, которая принимается равной 0,05 м/с.

12. Количество сопел на каждом горизонтальном поперечном распределителе 4 шт.

Время движения обрабатываемой эмульсии от первого распределителя до следующего соседнего принимается равным  $\tau = 10 \text{ с}$ . Расстояние (X) между соседними распределителями можно определить по формуле:

$$X = v_{cp} \cdot \tau \cdot \sqrt{Q_{ж} \cdot \frac{v^3}{\rho}} \quad (11)$$

где  $v_{cp}$  — средняя скорость движения эмульсии — 0,175 м/с;  
 $\tau$  — время движения обрабатываемой эмульсии от первого распределителя до следующего соседнего — 10 с;  
 $Q_{ж}$  — количество обрабатываемой эмульсии — 0,00003 м<sup>3</sup>/с;  
 $\rho$  — плотность обрабатываемой эмульсии — 935,5 кг/м<sup>3</sup>;  
 $v$  — кинематическая вязкость обрабатываемой эмульсии — 60,95 м<sup>2</sup>/с.

$$X = 0,175 \cdot 10 \cdot \sqrt{0,00003 \cdot \frac{60,95^3}{935,5}} = 0,175 \cdot 10 \cdot 0,085 = 0,149 \text{ м}$$

Расстояние между распределителями (X) принимается равным 149 мм с учетом внутренней конструкции отстойника. Таким образом, поперечные распределители с соплами на коллекторе ввода эмульсии монтируются горизонтально на обоих боковых образующих с расстоянием между ними — 149 мм.

На рисунке 3 приведена схема расположения горизонтальных поперечных распределителей и сопел.

Разделение водонефтяной эмульсии в отстойнике на нефть и воду после ввода обрабатываемой эмульсии через сопла с

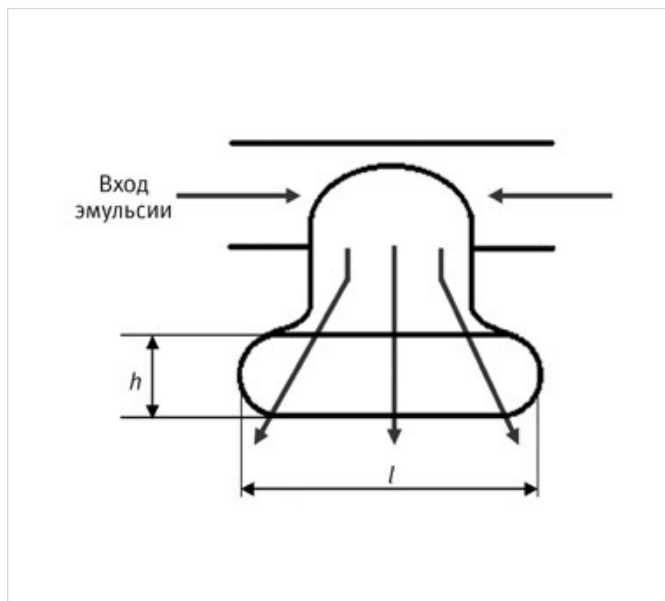


Рис. 2 — Конструктивная схема сопла для скоростного ввода обрабатываемой эмульсии в отстойник:  
 $l$  — длина живого сечения сопла на выходе эмульсии;  
 $h$  — высота живого сечения сопла на выходе эмульсии.

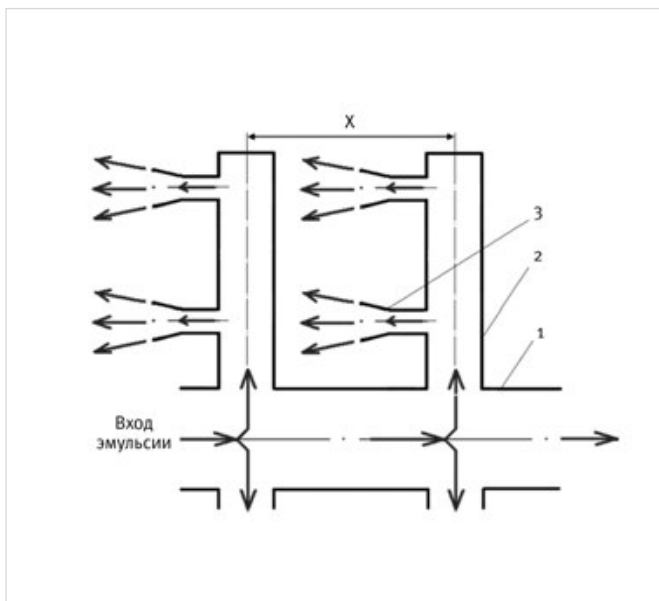


Рис. 3 — Поперечные горизонтальные распределители с соплами на вводимом коллекторе:  
 1 — коллектор для ввода эмульсии; 2 — поперечные горизонтальные распределители; 3 — сопла.

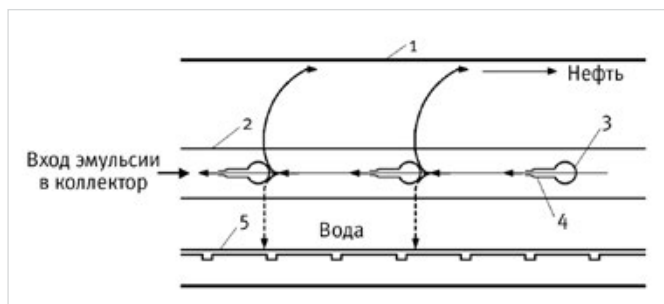


Рис. 4 — Схема траекторий движения нефти и дренажной воды в отстойнике:

- 1 — емкость; 2 — коллектор для ввода эмульсии; 3 — поперечные горизонтальные распределители; 4 — сопла; 5 — коллектор для вывода дренажной воды.

высокой скоростью (0,3 м/с) происходит в зоне следующего поперечного распределителя с соплами при скорости в промежуточном слое ближе к нулю (0,05 м/с).

Схема траекторий движения нефти и дренажной воды в отстойнике приведена на рисунке 4.

Модель отстойника и схема движения потоков обрабатываемой эмульсии приведены на рисунке 5.

Разработанная методика расчета внутренних устройств горизонтальных отстойных аппаратов, снабженных вводным коллектором и поперечными горизонтальными распределителями с соплами для скоростного ввода обрабатываемой эмульсии, может быть с высокой достоверностью использована при изготовлении промышленных образцов отстойных аппаратов с рассмотренными конструктивными особенностями.

### Итоги

Расчетным путем определены размерные параметры конструктивных элементов внутренних устройств отстойника. Определены траектории движения обрабатываемой эмульсии в секции обезвоживания нефти.

### Выводы

Расчеты внутренних устройств горизонтальных отстойных аппаратов, снабженных вводным коллектором и поперечными горизонтальными распределителями с соплами для скоростного ввода обрабатываемой эмульсии, могут быть с высокой достоверностью использованы при изготовлении промышленных образцов отстойных аппаратов с рассмотренными конструктивными особенностями.

### Список используемой литературы

1. Хамидуллина Ф.Ф., Хамидуллин Р.Ф.,

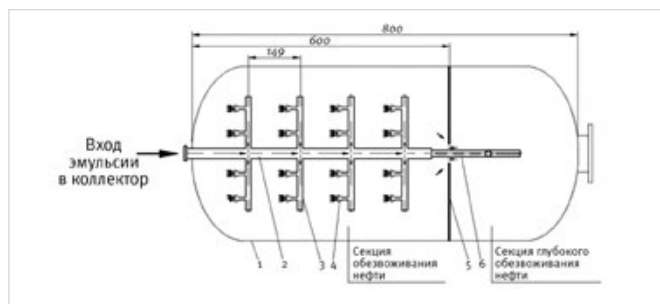


Рис. 5 — Модель отстойника и схема движения обрабатываемой эмульсии:

- 1 — емкость; 2 — коллектор для ввода эмульсии; 3 — поперечные распределители; 4 — сопла; 5 — вертикальная перегородка; 6 — коллектор для вывода дренажной воды.

Газизов А.А., Валиев Р.Ф.

Исследование и определение технологических потерь нефти на объектах Тумутукского месторождения ООО «Татнефть-Геология» // Вестник Казанского технологического университета. 2012. № 12. С. 196–200.

2. Хамидуллин М.Ф., Хамидуллин Ф.Ф., Хамидуллин Р.Ф., А.с.1411001. СССР, кл. В 01 D17/04. Отстойник для подготовки нефти (СССР). № 4727310/26; заявл.07.08.89; опубл.30.05.92, Бюл. № 20. 5 с.
3. Хамидуллин М.Ф., Хамидуллин Ф.Ф., Хамидуллин Р.Ф. Отстойник ОГХ-200 для подготовки нефти // Нефтепромысловое дело. 1996. № 8. С. 39–41.

ENGLISH

OIL PRODUCTION

## The calculation of parameters of a sludge tank model with emulsion inputs through nozzles in an intermediate layer

UDC 622.276

### Authors:

Farida F. Hamidullina — post-graduate student<sup>†</sup>; [farida\\_far@mail.ru](mailto:farida_far@mail.ru)

Renat F. Hamidullin — Dr. Sci. Tech., professor<sup>†</sup>; [xamidi@mail.ru](mailto:xamidi@mail.ru)

<sup>†</sup>Kazan National Research Technological University, oil and petrochemistry faculty, chair of chemical technology of oil and gas refining, Kazan, Russian Federation

### Abstract

The constructive sizes of a sludge tank model internal devices with high-speed input of processed emulsion through nozzles in an intermediate layer and emulsion movement hydrodynamic parameters in a settler are calculated. It is established that calculations can be used with a high reliability for manufacturing of industrial samples of sludge tank devices with the considered design features.

### Materials and methods

Technical and technological calculations

of a sludge tank constructive and hydrodynamic parameters. As a source of information calculations copyright certificate No. 1736543, Bulletin No. 20, 1992 is used.

### Results

The constructive elements of a sludge tank internal devices were rated with calculation method. Trajectories of a processed emulsion movement in oil dehydration section of are defined.

### Conclusions

Calculations of the internal horizontal

settling devices supplied with an introduction collector and cross horizontal distributors with nozzles for high-speed input of the processed emulsion with high reliability can be used at production of settling devices industrial samples with the considered design features.

### Keywords

emulsion, high-speed input, collector, distributor, nozzles, calculation of parameters, sludge tank model

### References

1. Khamidullina F.F., Khamidullin R.F., Gazizov A.A., Valiev R.F. *Issledovanie i opredelenie tekhnologicheskikh poter' nefti na ob"ektakh Tumutukskogo mestorozhdeniya* ООО «Татнефть-Геология» [«Tatneft-Geology» LTD Tumutuksky deposit oil technological losses researches and

determinations]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*, 2012, issue 12, pp. 196–200.

2. Khamidullin M.F., Khamidullin F.F., Khamidullin R.F. *Otstoynik dlya podgotovki nefti* [Settler for oil preparation]. A.s.1411001. USSR, kl. V 01 D17/04, USSR, № 4727310/26; statement 07.08.89,

published 30.05.92, Bulletin. № 20. 5 p.

3. Khamidullin M.F., Khamidullin F.F., Khamidullin R.F. *Otstoynik OGKh-200 dlya podgotovki nefti* [OGKh-200 settler for oil preparation]. *Neftpromyslovoe delo*, 1996, issue 8, pp. 39–41.