

УДК 621.6.052.6

## МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ШТАТНОГО РЕЖИМА ДВИЖЕНИЯ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ СМЕСИ НА УСТАНОВКАХ ПУТЕВОГО СБРОСА ВОДЫ

Борис А.А.<sup>1</sup>, Лягов А.В.

*Уфимский государственный нефтяной технический университет*  
*e-mail: <sup>1</sup>borisanat@mail.ru*

**Аннотация.** В статье рассматриваются методы обеспечения штатного режима движения газожидкостной смеси (ГЖС) в трубопроводах на установках путевого сброса воды (УПСВ) Арланской группы месторождений ОАО «АНК «Башнефть». Опираясь на исследования режимов течения ГЖС, представленные в работах многих авторов, разработан ряд рекомендаций по проектированию трубопроводов для обеспечения штатного режима движения ГЖС в приемном трубопроводе мультифазных насосов на УПСВ. Выполнено аналитическое решение научной задачи, связанной с подбором диаметра трубопровода для обеспечения штатного режима движения ГЖС, в результате чего предложен алгоритм подбора геометрических параметров трубопровода на основе прогнозируемого продольного градиента давления. Предложены технические средства для решения проблемы прохождения газовых пробок через двухвинтовой мультифазный насос, осуществляющие принудительное перемешивание расслоенной структуры, перекачиваемой ГЖС.

**Ключевые слова:** газожидкостная смесь, перекачка газожидкостной смеси, система сбора нефти и газа, мультифазный винтовой насос, давление, градиент давления

Переход к однотрубной системе сбора требует более глубокого изучения вопроса перекачки газожидкостной смеси (ГЖС) по трубопроводам и детального исследования режимов ее движения. Изучение режимов движения приводит к необходимости использования математических моделей для описания закономерностей движения ГЖС с целью более рационального использования оборудования и расчета трубопроводов проложенных по пересеченной местности.

В данной статье представлены методы обеспечения штатного режима движения ГЖС, выполнено аналитическое решение научной задачи, связанной с подбором диаметра трубопровода для обеспечения штатного режима течения газожидкостной смеси, в результате чего предложен алгоритм подбора геометрических параметров трубопровода на основе прогнозируемого продольного градиента давления.

Исследования режимов движения ГЖС, представленные в работах многих авторов [1 - 2, 4 - 6], позволили разработать ряд рекомендаций по проектированию трубопроводов для обеспечения штатного режима движения ГЖС в приемном трубопроводе мультифазных насосов, работающих на установках путевого сброса воды (УПСВ). При проектировании трубопроводов также важно учитывать, что в

местах расширения, сужения, поворота потока возникают потери давления и вибрации трубопровода.

Переходные границы режимов потока определяются при помощи следующих зависимостей [2]:

$$L_1 = 316 \lambda_L^{0,302}; \quad (1)$$

$$L_2 = 0,000925 \lambda_L^{-2,468}; \quad (2)$$

$$L_3 = 0,1 \lambda_L^{-1,452}; \quad (3)$$

$$L_4 = 0,5 \lambda_L^{-6,738}. \quad (4)$$

Проведенные исследования показали, что неравенства, определяющие режим потока в горизонтальной трубе, представленные в работе [2], могут быть успешно применены для трубопроводов на УПСВ.

Разделенный режим характеризуется следующими зависимостями:

$$\lambda_L < 0,01 \text{ и } Fr < L_1; \quad (5)$$

или  $\lambda_L \geq 0,01 \text{ и } Fr < L_2. \quad (6)$

Переходный режим характеризуется следующими зависимостями:

$$\lambda_L \geq 0,01 \text{ и } L_2 \leq Fr < L_3; \quad (7)$$

Прерывистый режим характеризуется следующими зависимостями:

$$0,01 \leq \lambda_L < 0,4 \text{ и } L_3 \leq Fr \leq L_1; \quad (8)$$

или  $\lambda_L \geq 0,4 \text{ и } L_3 < Fr < L_4. \quad (9)$

Распределенный режим характеризуется следующими зависимостями:

$$\lambda_L < 0,4 \text{ и } Fr \geq L_1; \quad (10)$$

или  $\lambda_L \geq 0,4 \text{ и } Fr > L_4. \quad (11)$

Объемное содержание жидкости вычисляем по следующей формуле:

$$\lambda_L = \frac{q_L}{q_L + q_g}, \quad (12)$$

где  $q_L$  и  $q_g$  – объемные дебиты жидкой и газовой фаз соответственно.

Для расчета границ переходных режимов потока и объемного содержания жидкости применяем число Фруда для смеси.

Для определения числа Фруда используется следующая общеизвестная формула:

$$Fr = \frac{v_C^2}{g d}, \quad (13)$$

где  $d$  – диаметр трубопровода;

$v_C$  – скорость газожидкостной смеси:

$$v_C = v_L + v_g = \frac{q_L + q_g}{A_p} = \frac{q_L + q_g}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{4 \cdot (q_L + q_g)}{\pi d^2}, \quad (14)$$

где  $v_L$  и  $v_g$  – скорость жидкой и газовой фазы потока соответственно:

$$v_L = \frac{q_L}{A_p}; \quad (15)$$

$$v_g = \frac{q_g}{A_p}. \quad (16)$$

Число Фруда запишем в следующем виде:

$$Fr = \frac{v_C^2}{gd} = \frac{\left(\frac{4 \cdot (q_L + q_g)}{\pi d^2}\right)^2}{gd} = \frac{16(q_L + q_g)^2}{\pi^2 d^5 g}. \quad (17)$$

Представим объемный дебит газовой фазы  $q_g$  через объемное содержание жидкости  $\lambda_L$  и объемный дебит жидкой фазы  $q_L$ :

$$q_g = \frac{q_L - \lambda_L q_L}{\lambda_L}. \quad (18)$$

Подставим полученное выражение в (17):

$$Fr = \frac{16 \left( q_L + \frac{q_L - \lambda_L q_L}{\lambda_L} \right)^2}{\pi^2 d^5 g} = \frac{16 \left( \frac{q_L}{\lambda_L} \right)^2}{\pi^2 d^5 g} = \frac{16(q_L)^2}{\pi^2 d^5 g (\lambda_L)^2}. \quad (19)$$

В результате проведенных аналитических и практических исследований работы УПСВ, и опираясь на подобные исследования других авторов, проведем расчет зависимости рекомендуемого диаметра трубопровода от трубного водоотделителя (ТВО) до мультифазного насоса, путем задания диаметров, заведомо исключающих неблагоприятные режимы течения.

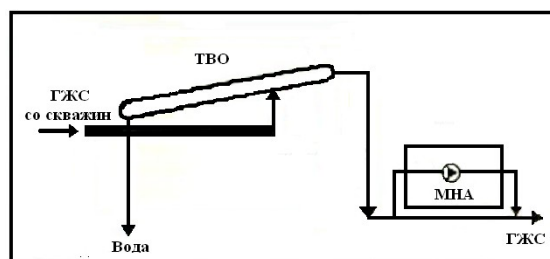


Рис. 1. Схема УПСВ

Рекомендуемыми, повышающими надежность работы двухвинтовых мультифазных насосов на УПСВ, режимами движения ГЖС являются пузырьковый, эмульсионный, либо, в крайнем случае, расслоенный режим движения ГЖС с непрерывной газовой и жидкой фазой по длине трубы, обеспечивающие смазку и охлаждение торцовых уплотнений мультифазного насоса. Наиболее неблагоприятным является пробковый режим течения.

Каждый режим движения ГЖС характеризуется определенными условиями. Критериями подбора диаметра трубопровода для оптимального режима движения ГЖС являются число Фруда и объемное содержание жидкости в зависимости от переходных границ режимов движения потока.

*Разделенный режим:*

подставив в выражение (5) и (6) зависимость (19), получили следующие формулы для определения диаметра трубопровода:

для  $\lambda_L < 0,01$  :

$$\text{Fr} = \frac{16q_L^2}{\pi^2 d^5 g \lambda_L^2} < L_1 \quad d > \sqrt[5]{\frac{16q_L^2}{\pi^2 g \lambda_L^2 L_1}} ; \quad (20)$$

для  $\lambda_L \geq 0,01$

$$\text{Fr} = \frac{16q_L^2}{\pi^2 d^5 g \lambda_L^2} < L_2 \quad d > \sqrt[5]{\frac{16q_L^2}{\pi^2 g \lambda_L^2 L_2}} . \quad (21)$$

*Переходный режим:*

подставив в выражение (7) зависимость (19), получили следующую формулу для определения диаметра трубопровода:

$$\text{для } \lambda_L \geq 0,01 \quad L_2 \leq \text{Fr} = \frac{16q_L^2}{\pi^2 d^5 g \lambda_L^2} < L_3$$

$$d \leq \sqrt[5]{\frac{16q_L^2}{\pi^2 g \lambda_L^2 L_2}} ; \quad (22)$$

$$d > \sqrt[5]{\frac{16q_L^2}{\pi^2 g \lambda_L^2 L_3}} . \quad (23)$$

*Прерывистый режим:*

подставив в выражение (8) и (9) зависимость (19), получим следующие формулы для определения диаметра трубопровода:

$$\text{для } 0,01 \leq \lambda_L < 0,4 \quad L_3 < \text{Fr} = \frac{16q_L^2}{\pi^2 d^5 g \lambda_L^2} \leq L_1$$

$$d < \sqrt[5]{\frac{16q_L^2}{\pi^2 g \lambda_L^2 L_3}} ; \quad (24)$$

$$d \geq \sqrt[5]{\frac{16q_L^2}{\pi^2 g \lambda_L^2 L_1}} ; \quad (25)$$

$$\text{для } \lambda_L \geq 0,4 \quad L_3 < \text{Fr} = \frac{16q_L^2}{\pi^2 d^5 g \lambda_L^2} < L_4$$

$$d < \sqrt[5]{\frac{16q_L^2}{\pi^2 g \lambda_L^2 L_3}} ; \quad (24)$$

$$d > \sqrt[5]{\frac{16q_L^2}{\pi^2 g \lambda_L^2 L_4}} . \quad (25)$$

*Распределенный режим:*

подставив в выражение (10) и (11) зависимость (19), получим следующие

формулы для определения диаметра трубопровода:

для  $\lambda_L < 0,4$

$$\text{Fr} = \frac{16q_L^2}{\pi^2 d^5 g \lambda_L^2} > L_1, \quad d < \sqrt[5]{\frac{16q_L^2}{\pi^2 g \lambda_L^2 L_1}}; \quad (28)$$

для  $\lambda_L < 0,4$

$$\text{Fr} = \frac{16q_L^2}{\pi^2 d^5 g \lambda_L^2} > L_4, \quad d < \sqrt[5]{\frac{16q_L^2}{\pi^2 g \lambda_L^2 L_4}}; \quad (29)$$

Полученные зависимости позволяют произвести подбор оптимального диаметра трубопровода, обеспечивающего при заданном объемном содержании жидкости, требуемый режим движения ГЖС на УПСВ.

Более удобным в использовании является графическое представление рекомендуемых диаметров трубопроводов для заданных величин объемного содержания жидкости.

На рис. 2 и 3 представлены зависимости максимального диаметра трубопровода, обеспечивающего распределенный режим движения ГЖС (пузырьковый либо эмульсионный).

На рис. 4 и 5 представлены зависимости минимального диаметра трубопровода, обеспечивающего расслоенный режим движения ГЖС (постоянное присутствие жидкой фазы в потоке ГЖС).

Далее представлено определение рекомендуемого диаметра трубопровода, обеспечивающего необходимый режим потока ГЖС на УПСВ-1 Арланской группы месторождений.

В результате исследований режима движения ГЖС на УПСВ-1 Арланской группы месторождений было установлено, что при имеющемся диаметре трубопровода  $d = 219$  мм режим движения ГЖС является переходным.

Используя предложенные выше рекомендации по подбору диаметров трубопровода, определим оптимальный диаметр при существующем объемном содержании жидкости  $\lambda_L = 0,23$ .

Записываем переходные границы режимов потока:

$$L_1 = 316 \lambda_L^{0,302} = 202,735;$$

$$L_2 = 0,000925 \lambda_L^{-2,468} = 0,0348;$$

$$L_3 = 0,1 \lambda_L^{-1,452} = 0,845;$$

$$L_4 = 0,5 \lambda_L^{-6,378} = 9991,895.$$

*Разделенный режим:*

для  $\lambda_L = 0,23 \geq 0,01$   $\text{Fr} < L_2 = 0,0348$ ;

$$d > \sqrt[5]{\frac{16q_L^2}{\pi^2 g \lambda_L^2 L_2}} = 361,77 \text{ мм}.$$

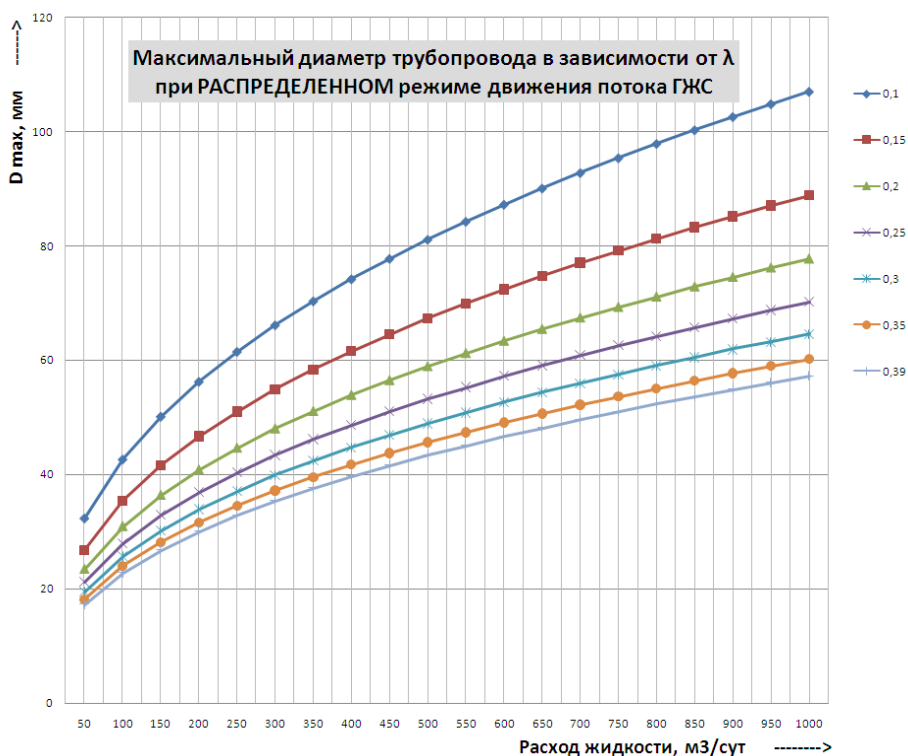


Рис. 2. Максимальный диаметр трубопровода приемной линии мультифазного насоса, при котором обеспечивается распределенный режим потока ГЖС при объемном содержании жидкости  $\lambda_L < 0,4$

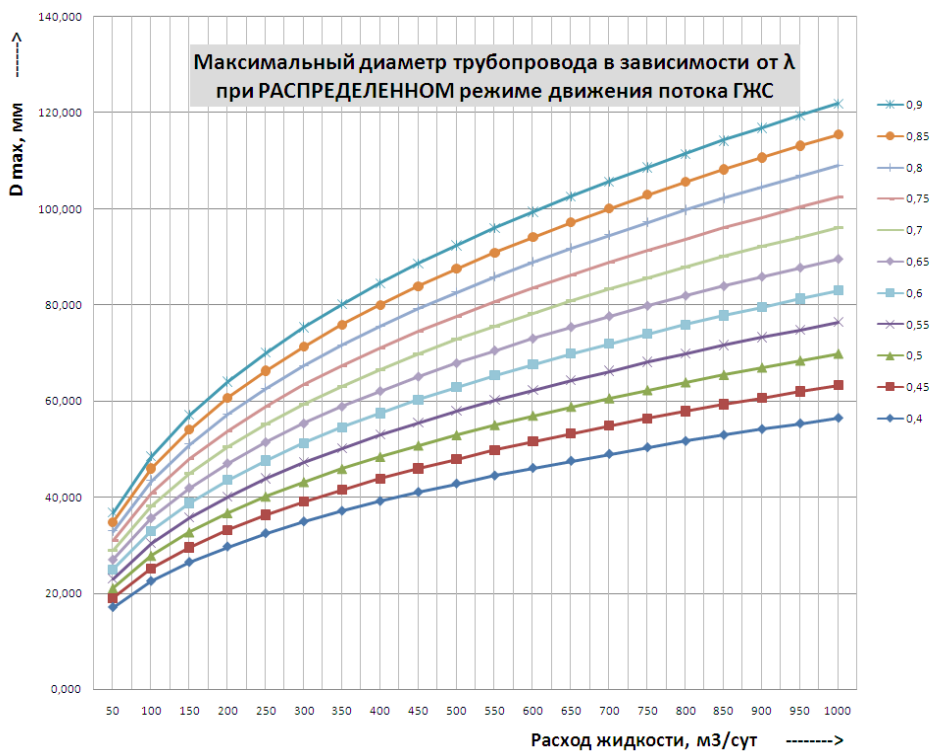


Рис. 3. Максимальный диаметр трубопровода приемной линии мультифазного насоса, при котором обеспечивается распределенный режим потока ГЖС при объемном содержании жидкости  $\lambda_L \geq 0,4$

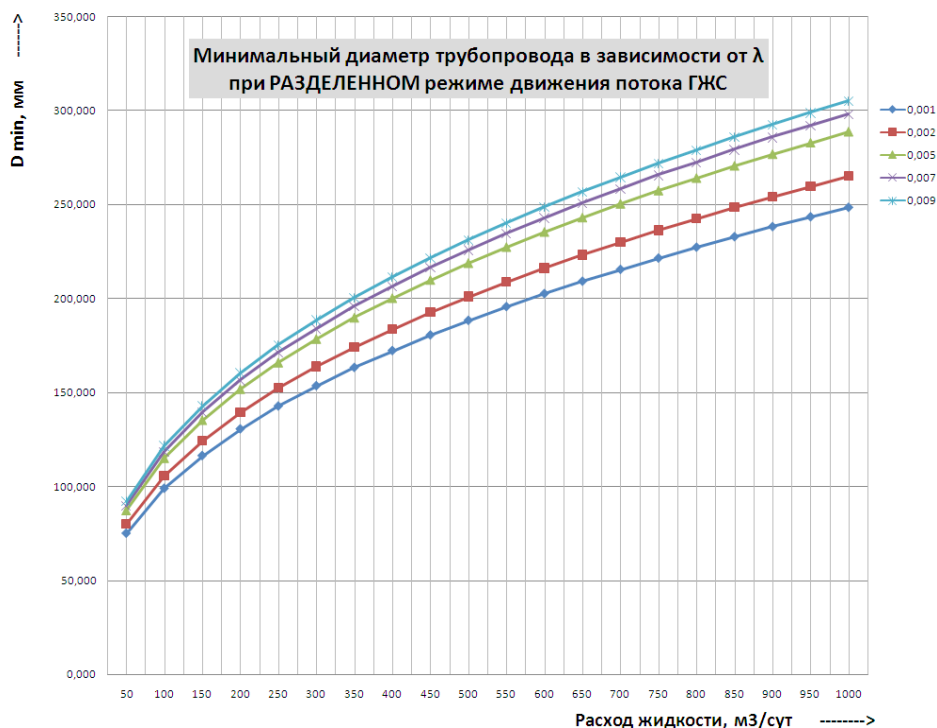


Рис. 4. Минимальный диаметр трубопровода приемной линии мультифазного насоса, при котором обеспечивается разделенный режим потока ГЖС при объемном содержании жидкости  $\lambda_L < 0,01$

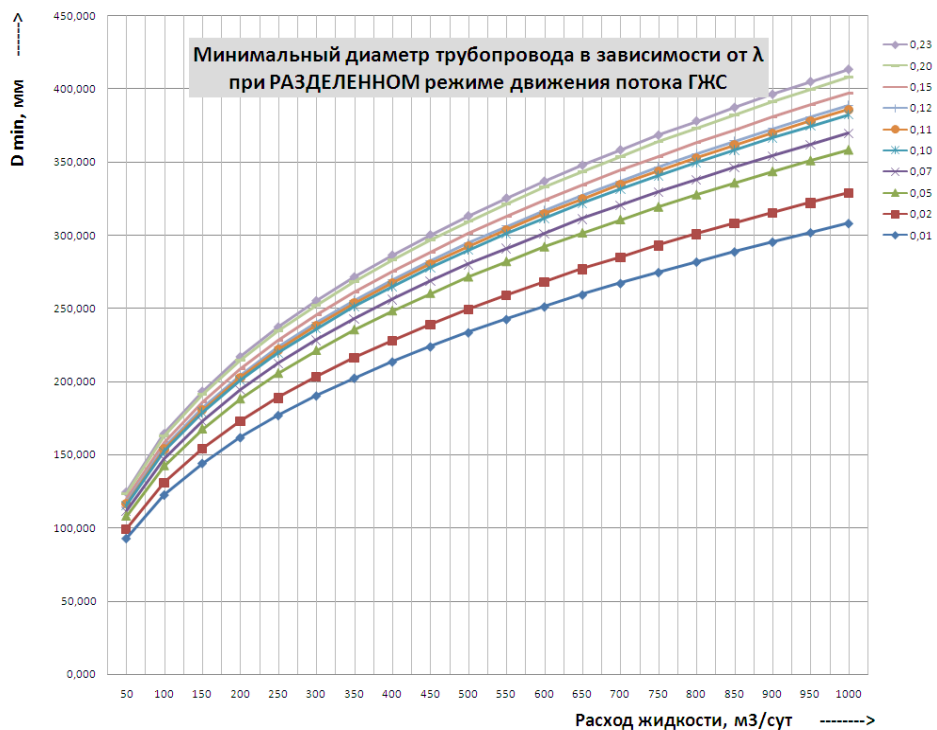


Рис. 5. Минимальный диаметр трубопровода приемной линии мультифазного насоса, при котором обеспечивается разделенный режим потока ГЖС при объемном содержании жидкости  $\lambda_L \geq 0,01$

*Переходный режим:*

для  $\lambda_L \geq 0,01$   $L_2 = 0,0348 \leq Fr < L_3 = 0,845$  ;

$$d \leq \sqrt[5]{\frac{16q_L^2}{\pi^2 g \lambda_L^2 L_2}} = 361,77 \text{ мм} ;$$

$$d > \sqrt[5]{\frac{16q_L^2}{\pi^2 g \lambda_L^2 L_3}} = 191,15 \text{ мм} .$$

*Прерывистый режим:*

подставив в выражение (8) и (9) зависимость (19), получили следующие формулы для определения диаметра трубопровода:

для  $0,01 \leq \lambda_L = 0,23 < 0,4$   $L_3 = 0,845 < Fr \leq L_1 = 202,735$  ;

$$d < \sqrt[5]{\frac{16q_L^2}{\pi^2 g \lambda_L^2 L_3}} = 191,15 \text{ мм} ;$$

$$d \geq \sqrt[5]{\frac{16q_L^2}{\pi^2 g \lambda_L^2 L_1}} = 63,88 \text{ мм} .$$

*Распределенный режим:*

для  $\lambda_L = 0,23 < 0,4$   $Fr \geq L_1 = 202,735$  ;

$$d < \sqrt[5]{\frac{16q_L^2}{\pi^2 g \lambda_L^2 L_1}} = 63,88 \text{ мм} .$$

Результаты вычислений представлены графически на рис. 6.



Рис. 6. Графическая интерпретация возможных режимов движения ГЖС на УПСВ-1 в зависимости от диаметра трубопровода



Расчет оптимального диаметра трубопровода на УПСВ-1 показал, что при  $d_{\text{оптимальн.}} > 361,77$  мм будет осуществлен разделенный режим движения ГЖС, а при  $d_{\text{оптимальн.}} < 63,88$  мм – распределенный режим движения ГЖС.

Исходя из вышеизложенного, представленный алгоритм подбора диаметра трубопровода для обеспечения штатного режима движения ГЖС может быть успешно применен для условий УПСВ Арланской группы месторождений.

В результате проведенных исследований, режимов движения ГЖС на УПСВ-1 установлено, что технологический режим работы установки не позволяет изменить режим движения ГЖС при помощи изменения объемного содержания жидкости.

Достижение штатного режима движения ГЖС может быть обеспечено не только изменением геометрических параметров, изменением объема перекачиваемой жидкости или газосодержания, но и применением специальных технических средств, влияющих на режим потока.

Одним из путей решения проблемы прохождения газовых пробок через мультифазный насос является установка стационарного смесителя непосредственно перед приемным патрубком насоса, с помощью которого произойдет принудительное перемешивание расслоенной структуры, перекачиваемой ГЖС.

Алгоритм установки элементов стационарного смесителя задается случайным образом, компоновка и расчет производится для определенных условий отдельно взятой УПСВ.

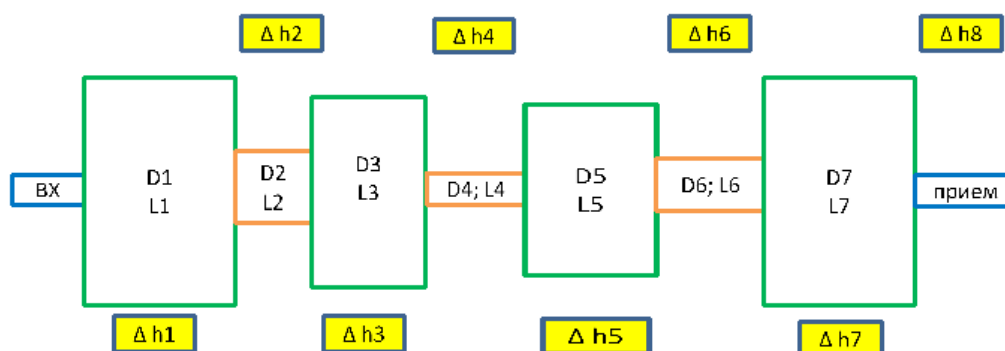


Рис. 7. Расчетная схема стационарного смесителя

Компоновка стационарного смесителя состоит из нескольких (от 1 до 10) элементов, имеющих различную способность перемешивания ГЖС за счет различного соотношения длин и диаметров отдельных участков. Оптимальная компоновка может быть определена экспериментально во время проведения лабораторных испытаний, требующих имитации режима движения ГЖС, подобной режиму работы в условиях конкретной УПСВ.

Конструктивно предлагаемый стационарный смеситель прост в изготовлении, не создает существенных гидравлических сопротивлений и не приводит к значительным потерям напора. Стационарный смеситель может быть выполнен как в неразборном (сварном) исполнении, так и в разборном (фланцевое соединение отдельных элементов) исполнении.

В предлагаемой конструкции стационарного смесителя рассматривается неоднократное внезапное расширение и сужение трубопровода. В случае внезапного расширения трубопровода поток срывается с угла и расширяется постепенно, при этом в кольцевом пространстве между потоком и стенкой трубы образуются вихри, которые являются причиной потерь энергии и перемешивания ГЖС. Наблюдения, проведенные при внезапном расширении сечения, показали, что происходит непрерывный обмен частицами жидкости между основным потоком и его завихренной частью. Основной вихрь является причиной возникновения более мелких вихрей, которые уносятся потоком и при этом распадаются на еще более мелкие вихри. Таким образом, перемешивание ГЖС происходит не только в основном вихре, но и по длине следующего за ним участка потока. В случае резкого сужения трубопровода также возникает вихреобразование, так как поток не обтекает входной угол, а срывается с него и сужается, а кольцевое пространство заполняется завихренной жидкостью [3, 7].

Для расчета потерь напора в стационарном смесителе и составления исходных уравнений, необходимо сделать ряд допущений:

1. распределение скоростей в сечениях 1-1 и 2-2 (рис. 8) равномерное; т. е.  $\alpha_1$  и  $\alpha_2 = 1$  ( $\alpha$  – коэффициент Корриолиса);

2. давление  $P_1$  в сечении 1-1 действует по всей площади  $S_2$  потому, что, хотя труба и расширилась, поток в сечении 1-1 еще сохранил свой поперечный размер, следовательно, ни скорость, ни давление еще не изменились.

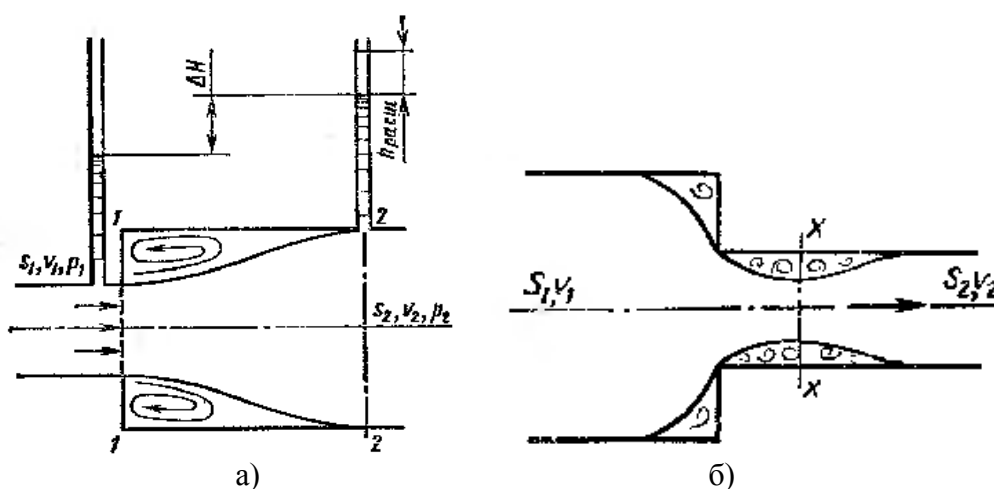


Рис. 8. Схема движения жидкости:

- а) при внезапном расширении трубопровода;  
б) при внезапном сужении трубопровода

Для выбранных сечений 1-1 и 2-2 записываем уравнение Бернулли с учетом потери напора. Принимаем  $Z_1 = Z_2 = 0$ .

$$\frac{P_{BX}}{\rho \cdot g} + \frac{V_{BX}^2}{2 \cdot g} = \frac{P_1}{\rho \cdot g} + \frac{V_1^2}{2 \cdot g} + \Delta h_1; \quad (30)$$

$$\frac{P_1}{\rho \cdot g} + \frac{V_1^2}{2 \cdot g} = \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \frac{V_2^2}{2 \cdot g} + \Delta h_2. \quad (31)$$

Для всех участков стационарного смесителя получаем следующее уравнение:

$$\frac{P_{BX}}{\rho \cdot g} + \frac{V_{BX}^2}{2 \cdot g} = \frac{P_{прим}}{\rho \cdot g} + \frac{V_1^2}{2 \cdot g} + \sum \Delta h, \quad (32)$$

где  $P_i$  – давление жидкости на соответствующем участке;

$V_i$  – скорость жидкости на соответствующем участке;

$\rho$  – плотность жидкости;

$\Delta h_i$  – потери напора на соответствующем участке;

$\Sigma \Delta h$  – суммарные потери напора в смесителе, м.

Суммарные потери напора в смесителе складываются из потери напора на трение  $\Delta h_{мп i}$  и потери напора на внезапное расширение  $\Delta h_{расш i}$  или сжатие  $\Delta h_{сжат i}$  диаметра трубопровода.

$$\text{Для расширяющегося участка } \Delta h_i = \Delta h_{мп i} + \Delta h_{расш i}; \quad (33)$$

$$\text{Для сжимающегося участка } \Delta h_i = \Delta h_{мп i} + \Delta h_{сжат i}; \quad (34)$$

$$\Sigma \Delta h = \Delta h_1 + \Delta h_2 + \dots + \Delta h_i. \quad (35)$$

Для оценки режима движения ГЖС определяем число Рейнольдса (Re) при движении жидкости в трубопроводе для каждой УПСВ:

$$Re = \frac{V_c \cdot D}{\nu}, \quad (36)$$

где  $V_c$  – скорость смеси;

$D$  – диаметр трубопровода;

$\nu$  – кинематическая вязкость.

В результате проведенных расчетов по каждой УПСВ для всех трубопроводов получили число Рейнольдса  $Re > 2300$ , таким образом, режим движения ГЖС является турбулентным. Для турбулентного режима при числе Рейнольдса  $2320 < Re < 100\,000$  применяется экспериментальная формула Блазиуса:

$$\lambda = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{Re}}, \quad (37)$$

где  $\lambda$  – коэффициент гидравлического сопротивления.

Результаты произведенных вычислений сведены в таблицу 1.

Для определения суммарных потерь напора в смесителе в приложении MS Office Excel составлен алгоритм расчета, позволяющий, задав необходимые значения, автоматически рассчитать потери по участкам смесителя и суммарные потери на всех участках.

Таблица 1. Таблица значений по УПСВ

Параметр	УПС-1	УПС-3	УПС-4	УПС-5	УПС-11	УПС-12
Скорость смеси $V_{ВХ}$ , м/с	0,9591	0,7391	0,9375	1,0694	0,3358	0,4826
Диаметр трубопровода $D_{ВХ}$ , м	0,219	0,219	0,273	0,219	0,325	0,377
Кинематическая вязкость $\nu$ при 20 °С, мм <sup>2</sup> /с	39-45	39-45	39-45	39-45	39-45	39-45
Число Re	5251	4047	6398	5855	2728	4549
Коэффициент $\lambda$	0,0372	0,0397	0,0354	0,0362	0,0438	0,0385

Еще одним из путей обеспечения штатного режима движения ГЖС в приемной линии мультифазного насоса на УПСВ является установка струйного насоса специальной конструкции. Возможен вариант использования в тандеме со стационарным смесителем. В результате промышленных испытаний хорошо зарекомендовала себя конструкция струйного насоса специального исполнения, применяемая для утилизации ПНГ.

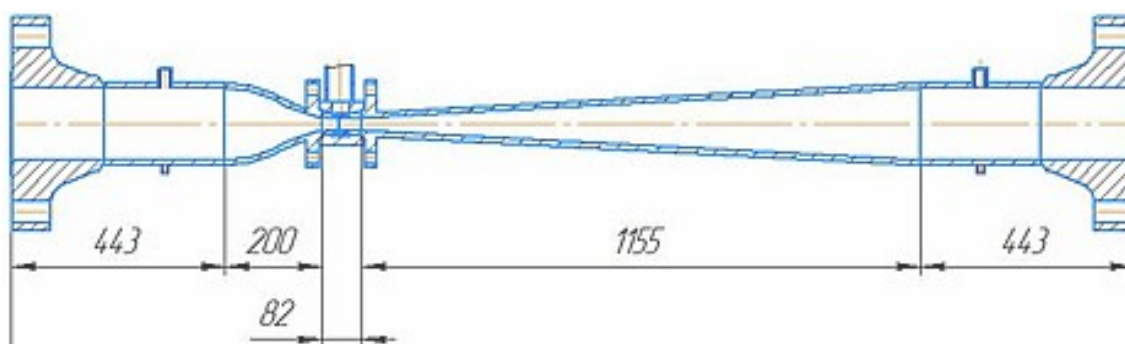


Рис. 9. Схема монтажа специального струйного насоса

Таким образом, в статье предложены методы обеспечения штатного режима работы двухвинтовых мультифазных насосов, представлены исследования режимов движения ГЖС в приемных линиях двухвинтовых мультифазных насосов. Выполнено аналитическое решение научной задачи, связанной с качественной и количественной идентификацией режимов движения ГЖС при обеспечении штатного режима работы двухвинтовых мультифазных насосов, в результате полученных решений предложен алгоритм подбора геометрических параметров трубопроводов УПСВ, на основе прогнозируемого продольного градиента давления.

### Литература

1. Борис А.А., Лягов А.В. Определение режима течения потока газожидкостной смеси в трубопроводах на установках путевого сброса воды арланской группы месторождений ОАО «АНК «Башнефть» // Электронный научный журнал "Нефтегазовое дело". 2012. №2. С. 66 - 78.

URL: [http://www.ogbus.ru/authors/Boris/Boris\\_1.pdf](http://www.ogbus.ru/authors/Boris/Boris_1.pdf)

2. Брилл Дж.П., Мукерджи Х. Многофазный поток в скважинах. М., Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2006. 384 с.

3. Башта Т.М., Руднев С.С., Некрасов Б.Б. и др. Гидравлика, гидромашины, гидроприводы. 2-е изд. М.: Машиностроение. 1982. 423 с.

4. Далецкий В.М., Пономарев Г.В. Экспериментальное изучение совместного течения газа и жидкости в трубах с помощью малоинерционных датчиков // тр. КуйбышевНИИ НП. 1970. Вып. 44. 46 с.

5. Лебедева Е.В., Ситенков В.Т. Обоснование механизма взаимодействия фаз в градиентно-скоростном поле // Химия и технология масел и топлив. 1999. №1. С. 17-18.

6. Овчинников А.А., Диаров Р.К., Мухаметзянов У.К. и др. Способы гашения пульсаций в трубопроводе при однетрубной системе транспорта продукции нефтяных скважин. М., 1986. 44 с. (Машины и нефтяное оборудование: Обзор. информ. / ВНИИОЭНГ).

7. Рабинович Е.З. Гидравлика. М.: Недра, 1978. 304 с.

## METHODS PROVIDING NORMAL OPERATION MODE OF GAS-LIQUID MIXTURE FLOW AT OIL DEHYDRATION FACILITIES

A.A. Boris<sup>1</sup>, Lyagov A.V.

Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia

e-mail: <sup>1</sup>borisanat@mail.ru

**Abstract.** Methods, providing a normal operations mode of gas-liquid mixture (GLM) flow at oil dehydration facilities (ODF) of Arlan fields JSC "ANK "Bashneft" are shown in the article. Based on researches of GLM flow modes, delivered in works of many authors, a number of recommendations are developed on the pipeline design to provide a normal operations flow mode in a suction of multiphase pumps, running at ODF. The analytic solution of the scientific problem is worked out, connected with the selection of a pipeline diameter to provide a normal operations flow mode of GLM, as a result the algorithm of pipeline geometry selection is proposed in base of a lateral pressure gradient. Technical tools are proposed to solve the problem of gas caps passing through a multiphase pump, which realize a forced blending of pumping GLM stratified structure.

**Keywords:** gas-liquid mix, gas-liquid mix pumping, oil and petroleum gas gathering system, multiphase screw pump, pressure, pressure gradient

### References

1. Boris A.A., Lyagov A.V. Opređenje režima tečeniya potoka gazozhidkostnoi smesi v truboprovodakh na ustanovkakh putevogo sbrosa vody arlanskoi gruppy mestorozhdenii OAO «ANK «Bashneft'» (The determination of current gas-liquid mix stream mode at the pipeline in oil and petroleum gas gathering system of JSC ANK «Bashneft» on Arlan group of oilfields). *Electronic scientific journal "Neftegazovoe delo - Oil and Gas Business"*, 2012, Issue 2, pp. 66-78.

[http://www.ogbus.ru/authors/Boris/Boris\\_1.pdf](http://www.ogbus.ru/authors/Boris/Boris_1.pdf)

2. Brill J.P., Mukerdji H. Mnogofazniyi potok v skvajinah. Moscow-Ijevsk: Institute of computer researches. 2006. 384 p. (Transl. from James P. Brill & Hemanta Mukhejee. Multiphase Flow in Wells, 1999. 164 p. SPE Monograph Series Vol. 17).

3. Bashta T.M., Rudnev S.S., Nekrasov B.B., et al. Gidravlika, gidromashiny, gidroprivody (Hydraulics, hydraulic machines and hydraulic drives). 2 ed. Moscow. Mashinostroenie. 1982. 423 p.

4. Daletskii V.M., Ponomarev G.V. Eksperimental'noe izuchenie sovmestnogo tečeniya gaza i zhidkosti v trubakh s pomoshch'yu maloinertsionnykh datchikov (An experimental study of co-flow gas and liquid in the tubes by means quick-response sensors), Proceedings of KuibyshevNII NP, 1970, Issue 44. 46 p.

5. Lebedeva E.V., Sitenkov V.T. Theoretical basis for model of the phase interaction mechanism in a velocity gradient field, *Chemistry and Technology of Fuels and Oils*, 1999, Volume 35, Issue 1, pp. 14-17. (Transl. from: Lebedeva E.V., Sitenkov V.T. Obosnovanie mekhanizma vzaimodeistviya faz v gra-dientno-skorostnom pole, *Khimiya i tekhnologiya masel i topliv*, 1999, Issue 1, pp. 17 - 18).

6. Ovchinnikov A.A., Diarov R.K., Mukhametzyanov U.K. et al. Sposoby gasheniya pul'satsii v truboprovode pri odnotrubnoi sisteme transporta produktsii nef-tyanykh skvazhin (Methods of pulsation damping in the pipeline for single pipe system of transportation of products of oil wells). Moscow, VNIIOENG, 1986. 44 p. (Review information series "Machines and oil equipment").
7. Rabinovich E.Z. Gidravlika (Hydraulics). Moscow: Nedra, 1978. 304 p.