

- стях с полидисперсными парогазовыми и газовыми пузырьками // Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2015. № 1. С. 67-77.
2. Губайдуллин Д.А., Федоров Ю.В. Звуковые волны в жидкости с полидисперсными парогазовыми пузырьками // Акустический журнал. 2016. Т. 62. № 2. С. 178-186.
 3. Губайдуллин Д.А., Федоров Ю.В. Падение акустической волны на многослойную среду, содержащую слой пузырьковой жидкости // Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2017. № 1. С. 109-116.
 4. Губайдуллин Д.А., Никифоров А.А. Взаимодействие акустического сигнала с неподвижной дискретно-слоистой средой, содержащей слой пузырьковой жидкости // Теплофизика высоких температур. 2017. Т. 55. № 1. С.102-107.
 5. Губайдуллин Д.А., Зарипов Р.Г., Ткаченко Л.А., Шайдуллин Л.Р. Экспериментальное исследование коагуляции и осаждения газозвеси в закрытой трубе при переходе к ударно-волновому режиму // Теплофизика высоких температур. 2017. Т.55. № 3. С.484-486.

"Нестандартные" каустики в асимптотиках линейных волн на воде, порожденных локализованными источниками

С. Ю. Доброхотов

Институт проблем механики им А.Ю.Ишлинского РАН

Московский физико-технический институт

dobr@ipmnet.ru

Рассматривается задача о распространении линейных волн на воде в бассейне переменной глубины $y = D(x)$, $x = (x_1, x_2)$, порожденных пространственно-локализованными источниками. Используя подходы, основанные на недавно полученных модификациях канонического оператора Маслова мы даем эффективные асимптотические формулы для описания превышения свободной поверхности, включая волны в окрестности переднего фронта. Эти формулы основаны на семействе решений $p =$

$P(\alpha, t), x = X(\alpha, t)$ гамильтоновой системы $\dot{p} = -H_x, \dot{x} = H_p, H = \sqrt{|p|g \tanh(D(x)|p|)}$, $p|_{t=0} = \alpha, x|_{t=0} = 0$, в 4-ч мерном фазовом пространстве с координатами $p = (p_1, p_2), x = (x_1, x_2)$. Здесь $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2) \in \mathbb{R}^2$. Уравнения $p = P(\alpha, t), x = X(\alpha, t)$ для каждого фиксированного времени t определяют геометрические объекты- Лагранжевы многообразия Λ_t^2 , параметры α_1, α_2 - это координаты на них. В стандартной теории Маслова многообразия Λ_t^2 предполагаются гладкими и существует алгоритм (канонический оператор Маслова) построения волнового поля по Λ_t^2 , при этом асимптотики имеют разные структуры в окрестности регулярных точек, где $\det \frac{\partial X}{\partial \alpha} \neq 0$ и сингулярных, где $\det \frac{\partial X}{\partial \alpha} = 0$. Последние образуют *каустики*, где амплитуда волн много больше чем в регулярных точках. В рассматриваемой ситуации многообразия Λ_t^2 для $t > 0$ становится негладким при $\alpha \rightarrow 0$ и стандартные формулы Маслова не работают в окрестности соответствующей кривой $\gamma_t = \{x = X(t, 0)\}$, которая на самом деле может быть определена при интегрировании гамильтоновой системы с гамильтонианом $H^0 = \sqrt{gD(x)|p|}$, описывающим характеристики 2-мерного “предельного” волнового уравнения. Эта кривая γ_t описывает передний фронт и волны в ее окрестности- один и наиболее интересных объектов задачи. Наше наблюдение состоит в том, что фронт γ_t -“нестандартная” *каустика* (или нестандартная лагранжева особенность) и что в его окрестности можно и нужно использовать полученные недавно в работах С.Доброхотова, В.Назайкинского и А.Шафаревича (2016) новые интегральные представления для канонического оператора Маслова. В результате мы даем эффективное описание головной волны в окрестности переднего фронта в случае начальных возмущений с широким диапазоном их горизонтального размера. Эти формулы 1) сравнительно легко и явно позволяют оценить вклад в амплитуду глубины бассейна, расходимость лучей, дисперсионных эффектов и структуры начального возмущения, 2) показывают, что в окрестности переднего фронта для описания волнового поля можно ограничиться линеаризованным уравнением Буссинеска. Как частные случаи они включают в себя (и имеют более праматичную и эффективную форму) формулы полученные ранее в работах В.А.Боровикова и М.Кельберта (1984), С.Доброхотова, В.Кузьминой, П.Жевандрова (1993), М.Берри (2007), С.Секерж-Зеньковича (2013).

Эта работа выполнена совместно с В.Назайкинским и А.Тол-

Математическое моделирование волн в безнапорном участке трубопровода

Ю. А. Дроздова

*Российский государственный университет нефти и газа имени И.М.
Губкина*

drozdova.yu7@gmail.com

Известно, что на некоторых участках трубопроводов течение нефтепродуктов происходит в режиме неполного заполнения сечения трубы. При этом продольный градиент давления отсутствует, а движущей силой является сила тяжести. На поверхности безнапорного потока могут возникать волны, связанные с изменением режима компрессорных и насосных станций, с другими техногенными или стихийными воздействиями, а также с имеющей иногда место неустойчивостью потока. Возникновение волн приводит к дополнительному сопротивлению. Отражение волн от границ участков с полным заполнением, взаимодействие с верхней границей трубы, происходящее в случае, когда амплитуда волн достаточно велика, приводит к возмущениям во всем трубопроводе. В силу указанных причин изучение таких волн представляется важным. В данной работе с использованием метода, предложенного в [1], выводятся уравнения, описывающие длинные нелинейные волны в круглой трубе при неполном заполнении сечения с учетом поперечного ускорения частиц жидкости (приближение Буссинеска). При этом малость амплитуд волн не предполагается.

Литература

1. Дроздова Ю. А. , Куликовский А. Г. Об описании длинных нелинейных волн в каналах // Изв. РАН. Механика жидкости и газа. 1996. N 5. С. 136 - 145.