

**В.М. Овсянников**

**ВОЛНООБРАЗОВАНИЕ  
И КОНЕЧНО-РАЗНОСТНОЕ  
УРАВНЕНИЕ НЕРАЗРЫВНОСТИ  
ЛЕОНАРДА ЭЙЛЕРА**

WAVE GENERATION AND  
THE EULER'S FINITE-DIFFERENCE  
EQUATION OF CONTINUITY



Москва 2016

В.М. Овсянников

ВОЛНООБРАЗОВАНИЕ  
И КОНЕЧНО-РАЗНОСТНОЕ  
УРАВНЕНИЕ НЕРАЗРЫВНОСТИ  
ЛЕОНАРДА ЭЙЛЕРА

*Монография*



Москва 2016

УДК 532.5:533

ББК 22.253

О-34

**Овсянников В.М.**

О-34

Волнообразование и конечно-разностное уравнение неразрывности Леонарда Эйлера: Монография. – М.: Издательство «Спутник +», 2016. – 457 с.

ISBN 978-5-9973-3810-7

Монография посвящена анализу выведенного Эйлером уравнения неразрывности жидкости и газа с учетом членов высокого порядка малости по времени деформации контрольной фигуры для использования в задаче генерации колебаний давления и звука. Показано, что учет членов второго порядка малости по времени деформации накладывает на ламинарное стационарное течение периодические волны давления.

Ориентирована на специалистов в области гидрогазодинамики и акустики.

УДК 532.5:533

ББК 22.253

Отпечатано с готового оригинал-макета.

ISBN 978-5-9973-3810-7

© Иванова Е.В., с. 276-455, 2016

© Овсянников В.М., с. 3-456, 2016

## Оглавление

Введение .....	6
1. Конечно-разностное уравнение неразрывности при линейной зависимости компонент скорости от координат .....	11
1.1 Параллелограмм деформаций с учетом деформаций сдвига для двухмерного течения несжимаемой жидкости .....	11
1.2 Конечно-разностное уравнение неразрывности с учетом деформаций сдвига для трехмерного пространственного течения несжимаемой жидкости .....	16
1.3 Конечно-разностное уравнение неразрывности с учетом деформаций сдвига для трехмерного пространственного течения сжимаемого газа .....	25
1.4 Нарушение непрерывности поля скорости в формуле Гаусса – Остроградского в выводе уравнения неразрывности. ....	29
2. Уравнение неразрывности в переменных Лагранжа .....	41
3. Дивергентная форма лагранжева уравнения неразрывности .....	49
4. Гипотеза образования нестационарности и звуковых волн в потоке жидкости и газа. ....	53
5. Волновое уравнение с учетом генерации звука потоком жидкости или газа .....	82
6. Конечно-разностное уравнение неразрывности при наличии квадратичной зависимости одной компоненты скорости от одной координаты .....	109
7. Параболлизация экспоненциального закона движения жидкой частицы .....	115
8. Сопоставление волновых уравнений акустики и электродинамики ..	124
9. Генерация волн под воздействием конвективного ускорения левой части уравнения движения. ....	127
10. Полос восьмого порядка в якобиане уравнения неразрывности Эйлера при обтекании полуцилиндра на плоскости. ....	140
Литература. ....	147
Wave generation and the Euler's finite-difference equation of continuity. .	154
1. The finite-difference equation of continuity at linear dependence a component of velocity from coordinates .....	154
1.1 The parallelogram of the deformation with the deformation of a shear for the two-dimensional flow of the incompressible liquid .....	154

1.2 The finite-difference equation of continuity with the deformations of the shear for the three-dimensional flow of the incompressible liquid . .	156
1.4 Destruction of a continuity of a field of a velocity in the formula of the Gauss - Ostrogradsky at a conclusion of an equation of continuity. . . . .	157
2. The equation of continuity in the Lagrange variables . . . . .	159
3. The divergency form of an equation of continuity in the Lagrange variables. . . . .	162
4. Hypothesis of origin of non-stationary flow and sound in a flow of the liquid and the gas. . . . .	164
5. The wave equation with the generation of a sound in a flow of the liquid or the gas . . . . .	167
6. The finite-difference equation of continuity for a case of a parabolic profile of a component of a velocity . . . . .	179
9. Generation of the waves under action of convective acceleration of the left part of the equation of the motion. . . . .	181
10. A pole of eighth order in Jacobian of Euler's equation of continuity of at a flow of semicylinder on a plane . . . . .	186
Reference. . . . .	194
Die Wellenerzeugung und die Differenzgleichung der Kontinuität von Leonhardt Euler . . . . .	196
1. Die Differenzgleichung der Kontinuität bei der linearen Abhängigkeit die Komponente der Geschwindigkeit von den Koordinaten . . . . .	196
1.1 Das Parallelogramm der Deformationen mit der Schubsdeformationen für die zweimessigen Strömung des inkompressibel Flüssigkeit . . . . .	196
1.2 Die Differenzgleichung der Kontinuität mit der Schubsdeformationen für die dreimessigen Strömung des inkompressibel Flüssigkeit . . . . .	199
1.4 Den Verstoß der Kontinuität des Feldes der Geschwindigkeit in der Formel von Gauss – Ostrogradsky bei der Schlussfolgerung der Gleichung der Kontinuität. . . . .	200
2. Die Gleichung der Kontinuität in der Lagrangesche Variablen. . . . .	203
3. Die divergentische Form für die Lagrangesche Gleichung der Kontinuität. . . . .	203
4. Die Hypothese der Entstehung der nichtstationären Strömung und des Tones im Strom der Flüssigkeit und des Gases . . . . .	208
5. Die Wellengleichung mit der Erzeugung des Tones im Strom der Flüssigkeit oder des Gases . . . . .	212
6. Die Differenzgleichung der Kontinuität für den Fall des parabolischen Profils die Komponenten der Geschwindigkeit . . . . .	220
9. Die Erzeugung der Wellen unter der Einwirkung der Beschleunigung des linken Teiles der Gleichung der Bewegung. . . . .	222
Literaturverzeichnis. . . . .	227
Generation d'ondes et l'équation de continuité aux différences finies de Leonhard Euler . . . . .	229
1. L'équation de continuité aux différences finies à la dépendance linéaire le composant de la vitesse des coordonnées . . . . .	229

1.1 Le parallélogramme des déformation compte tenu de la déformation de dilatation angulaire pour du courant a deux dimensions du liquide incompressible . . . . .	229
1.2 L'équation de continuité aux différences finies compte tenu de la déformation de dilatation angulaire pour du courant a tridimensionnel du liquide incompressible. . . . .	232
1.4 La violation de la continuité du champ de la vitesse dans la formule de Gauss - Ostrogradsky à la conclusion de l'équation de continuité. . . . .	233
2. L'équation de continuité dans la variables de Lagrange. . . . .	235
3. L'équation de continuité en forme de la divergence en variables de Lagrange . . . . .	238
4. L'hypothèse de l'apparition du courant non stationnaire et le son dans le flot du liquide et le gaz . . . . .	240
5. L'équation d'onde avec la génération du son dans le flot du liquide ou le gaz . . . . .	244
6. L'équation de continuité aux différences finies pour le cas du profil parabolique les composants de la vitesse . . . . .	252
9. La génération des ondes sous l'influence de l'accélération de la partie gauche de l'équation du mouvement. . . . .	254
Reference. . . . .	259
Effect of a shagreen skin for the equation of the continuity. Abstract of the monography « Wave generation and the Euler's finite-difference equation of continuity». . . . .	261
Der Effekt der schagrienes Leders für die Gleichung der Kontinuität. Die Zusammenfassung der Monografie « Die Wellenerzeugung und die Differenzengleichung der Kontinuität von Leonhardt Euler». . . . .	266
L'effet du peau de chagrin pour l'équation de continuité. Le contenu bref de la monographie « Generation d'ondes et l'équation de continuité aux différences finies de Leonhardt Euler». . . . .	271
Приложение: Е.В.Иванова, В.М.Овсянников. Слайды лекций Волнообразование и конечно-разностное уравнение неразрывности Леонарда Эйлера. . . . .	276