АЛЬБОМ ТЕЧЕНИЙ ЖИДКОСТИ И ГАЗА

СОСТАВЛЕНИЕ И АВТОРСКИЙ ТЕКСТ

М. ВАН-ДАЙКА

Перевод с английского

Л. В. Соколовской

под редакцией

Г. И. Баренблатта
и В. П. Шидловского

МОСКВА «МИР» 1986

Предисловие редакторов перевода

Представляемая советскому читателю книга уникальна – можно с уверенностью сказать, что за двести пятьдесят лет существования гидродинамики такой книги не было. В ней собраны фотографии разных гидродинамических явлений. Эти явления имеют различную степень известности и осмысления: от фотографий волн на поверхности воды, иллюстрирующих эффекты, хорошо изученные в классической гидродинамике, до подъема пузырьков в неньютоновской жидкости, где возникает характерное заострение на задней кромке. Теории этого последнего явления еще нет, как нет даже качественных теорий многих явлений, представленных на фотографиях в этой книге.

Мы видим много путей использования книги. Это прежде всего преподавание. Наш собственный опыт показал, что при чтении курсов и ведении семинаров использование приведенных в альбоме фотографий существенно поднимает уровень понимания слушателями важнейших моментов гидродинамических теорий. Что еще более важно, разглядывание этих фотографий способствует формированию у слушателей гидродинамической интуиции.

Далее, внимательное изучение фотографий зрелыми исследователями тоже очень полезно. Опыт показывает, что эти фотографии заставляют задуматься над важными вещами, детальное исследование которых часто не проводилось. Например, грибовидные структуры на внешней границе пограничного слоя: они многое могут прояснить в структуре этого слоя, и неслучайным было обращение к их количественному исследованию в недавних экспериментах С. И. Воропаева и И. А. Филиппова (Изв. АН СССР, сер. Физика атмосферы и океана, 1985, т. 20, № 7). А. И. Гинзбург и К. Н. Федоров (Докл. АН СССР, 1984, т. 276, № 2) обнаружили грибовидные структуры на космических фотографиях поверхности океана.

После выхода предлагаемой книги всем стало ясно: фотографии гидродинамических явлений надо собирать вместе и размышлять над ними в совокупности, количество при этом переходит в качество. Можно быть уверенным, что этот призыв автора, профессора Станфордского университета Милтона Ван-Дайка, хорошо известного советскому читателю своими замечательными трудами в различных областях гидроаэродинамики и своим вкладом в метод сращиваемых асимптотических разложений, будет реализован многими советскими исследователями, столь плодотворно работающими в гидродинамике.

Редакторы глубоко благодарят проф. Милтона Ван-Дайка за любезное содействие, которое сделало возможным появление русского варианта его замечательной работы.

Г. И. Баренблатт
В. П. Шидловский

Введение

Для нас, занимающихся исследованиями по гидромеханике, как и для иекоторых из наших коллег, работающих в таких, например, областях, как оптика, весьма счастливой привилегией является возможиость визуализации предмета нащих исследований. Уже с давних времен визуализация течений играла важную роль в исследовательской работе и всегда давала возможность обрести качественное понимаиие явлеиий, а в последнее время позволяет получить количественные результаты. В литературе ныиешнего века по гидромехаиике разбросана настоящая сокровищница прекрасных и поучительных фотографий, представляющих собой ценный материал как для новых исследований, так и для учебных целей. В каждом из большинства учебников по гидромеханике содержится по крайней мере несколько таких фотографий.

Начиная с 1958 г., когда я обнаружил великолепный французский «Атлас оптических явлеиий» (Atlas de Phénomenes Optiques), я мечтал о том, чтобы когда-нибудь составить подобное собрание фотографий гидродинамических явлений. Однако, чтобы такое собрание отвечало своему назначению, оно должно быть достаточно дешевым и легкодоступным для студентов. Лишь иедавно, когда я сам осуществил переиздание моей собственной книги по методам возмущений, достижение этих двух тесно связанных между собой целей показалось мне осуществимым. Разумеется, настоящее собрание не предназначено для того, чтобы замеиить собой учебник; однако я надеюсь, что и преподаватели, и студенты найдут его полезным дополнением к учебиику.

Коллеги во всем мире щедро откликнулись иа мои просьбы прислать отпечатки их лучших фотографий. Я просил о присылке одного такого комплекта, которым его владелец мог бы пожертвовать; к сожалению, некоторые из классических фотографий оказались утерянными. В частности, я не сумел отыскать оригииалов великолепных фотографий, которые использовал Прандтль, иллюстрируя свои статьи и книги. Однако для большинства этих фотографий я нашел их современные эквиваленты. В настоящем собрании фигурируют лишь черно-белые фотографии. Несмотря на то что мне было предложеио иесколько весьма впечатляющих цветных снимков, их включеиие в Альбом – по крайней мере в это первое издаиие – помешало бы установлению той умеренной цены Альбома, к которой я стремился. К счастью, огромиое большинство прекрасных и иифоративных фотографий течений жидкости и газа оказалось черио-белыми.

Как это и подсказывается самим названием «Альбом», собрание носит скорее личный и даже несколько случайный характер. В любом случае предмет гидромеханики нельзя упорядочить путем какого-то линейного расположения. В «Альбоме», как правило, продвижеиие идет от малых скоростей к большим: от ползущих течений к ударным волнам и гиперзвуковому полету. Названия глав тоже носят несколько произвольный характер, и многие из приведенных фотографий могли бы оказаться с таким же успехом в какой-либо другой главе.

Чтобы свести к минимуму возможиые недоразумения, в иеобходимых случаях негативы были перевернуты, так что при отсутствии специальных указаний поток всюду движется слева направо, а тело – справа налево. Серия последовательных фотографий типа представлеиной на фото 76 всегда располагается так, чтобы ее можно было читать как страницу комикса – слева иаправо, а затем сверху вниз. Если иет других указаний, число Рейиольдса рассчитывается по диаметру.

Всюду, где это было возможно, я давал подписи к фотографиям на просмотр коллеге, отобравшему данный снимок или предоставившему его мне, однако ответственность за любые ошибки или недостатки всецело лежит на мне. В конце подписи к каждому рисунку указывается источник соответствующего сиимка, а если снимок был опубликован, то ссылка на публикацию идентифицируется фамилией и годом издания. Я ие делал попыток пересчета единиц измерения, так что в подписях можно обнаружить приятную смесь сантиметров с дюймами.

Я иадеюсь, что если даниое собрание будет воспринято благоприятно, то за ним последует расширенное второе издание. Поэтому я прошу читателей информировать меня о любых выдающихся фотографиях, старых или новых, которые могли бы заполнить пробелы настоящего издания, и, если это возможно, высылать мие такие фотографии.

Я выражаю благодарность многим друзьям и коллегам за щедрую поддержку, совет и помощь. Кроме тех, кто внес свой вклад в собрание и упомянут в подписях, в их число входят: Андреас Акривос, Холт Эшли, Дж. К. Бэтчелор, Эмос Клэри, Доналд Коулз, Говард Эммонс, Дж. Э. Фоукс Вильямс, Сидней Голдстейн, Уэйланд Гриффитс, Лесли Хоуарт, Р. Т. Джонс, Фрэнк Кулацки, Джои Лауфер, Джордж К. Ли, Джеймс Лайтхилл, Джеффри Лилли, Э. Руне Линдгрен, Джордж Г. Ланн, Д. У. Мур, М. В. Морковин, Э.-А. Мюллер, Дж. Лейт Поттер, Г. Рейхеибах, Энн Рейнольдс, К. Г. Рёзнер, Филип Сэффмен, Рэй Седни, Гельмут Собецки, Кристофер Там, Стивен Трауготт, Эрнст Так, К. Дж. Вильямс и И Цзяшун.

Милтон Ван-Дайк

Литература

Ackeret J., Feldmann F., Rott N.–Mitt. Inst. Aerodyn. Zürich, 1946, no. 10; NACA Tech. Memo. no 1113, 1947.
Ackeret J., Rott N.–Schweizer. Bauz. 1949, **67**, S 40–41, 58–61.
Amann H.-O.–Z. Flugwiss., 1971, **19**, S. 393-406.
Ashkenas H. I., Bryson A. E.–J. Aeronaut. Sci. 1951, **18**, p. 82-90.
Bardsley O., Mair W. A.–Philos. Mag., 1951, **42**, p. 29-36.
Benjamin T. B.–Proc. Roy. Soc. London. Ser. A, 1967, **299**, p. 59-75.
Bippes H.–Sitzungsber. Heidelb. Akad. Wiss. Math. Naturwiss. Kl., 1972, no. 3, S. 103-180; NASA TM-75243, 1978.
Blake J. R., Gibson D. C.–J. Fluid Mech., 1981, **111**, p. 123-140.
Bleakney W., Weimer D. K., Fleicher C. H.–Rev. Sci. Instrum., 1949, **20**, p. 807-815.
Bradshaw P. Experimental Fluid Mechanics.–Oxford: Pergamon Press, 1970.
Bradshaw P., Ferriss D. H., Johnson R. F.–J. Fluid Mech., 1964, **19**, p. 591-624.
Brown F. N. M.–См. Wind Blow. Dept. Aerospace and Mech. Eng., Univ. Notre Dame, 1971.
Brown G. L., Roshko A.–J. Fluid Mech., 1974, **64**, p. 775–816.
Burkhalter J. E., Koschmieder E. L.–Phys. Fluids, 1974, **17**, p. 1929-1935.
Cantwell B. J.–Ann. Rev. Fluid Mech., 1981, **13**, p. 457-515.
Cantwell B., Coles D., Dimotakis P.–J. Fluid Mech., 1978, **87**, p. 641-672.
Corrsin S., Karweit M.–J. Fluid Mech., 1969, **39**, p. 87-96.
Corrsin S., Kistler A. L.–NACA Tech. Note no. 3133; 1954, NACA Rept. 1244, 1955.
Coutanceau M.–J. Méc., 1968, **7**, p. 49-67.
Coutanceau M.–C. R. Acad. Sci., Ser. A, 1972, **274**, p. 853-856.
Coutanceau M., Bouard R.–J. Fluid Mech., 1977, **79**, p. 231-256.
Coutanceau M., Thizon P.–J. Fluid Mech., 1981, **107**, p. 339-373.
Crapper G. D., Dombrowski N., Jepson W. P., Pyott G. A. D.–J. Fluid Mech., 1973, **57**, p. 671-672.
Crow S. C.–AIAA J., 1970, **8**, p. 2172-2179. [Имеется перевод: Ракетная техника и космонавт., 1970.]
Délery J., Chattot J. J., LeBalleur J. C.–AGARD Conf. Proc. 168, paper 27, 1975.
Délery J., Surget J., Lacharme J.-P.–Rech. Aérosp. no. 1977-2, 1977, p. 89-101.
Didden N.–Mitt. Max-Planck-Inst. Strömungsforsch. Aerodyn. Versuchsanst. no. 64, 1977.
Didden N.–Z. angew. Math. Phys., 1979, **30**, S. 101-116.
Dimotakis P. E., Lye R. C., Papantoniou D. Z.–Proc. XV Int. Symp. Fluid Dyn., 1981, Jachranka, Poland.
Dyment A., Flodrops J. P., Gryson P.–In: Flow Visualization II, W. Merzkirch, ed., 1982, p. 331-336.–Washington: Hemisphere.
Dyment A., Gryson P.–Inst. Méc. Fluides Lille, 1978, no. 78-5.
Dyment A., Gryson P., Ducruet C.–Euromech Colloq. 1980, no. 135, Marseilles, France.
Eckert E. R. G., Soehngen E. E.–U. S. Air Force Tech. Rept. 5747, 1948.
Eckert E. R. G., Soehngen E.–Trans. ASME, 1952, **74**, p. 343-347.
Falco R. E.–Phys. Fluids, 1977, **20**, p. S124-S132.
Falco R. E.–AIAA Paper 80-1356, 1980.
Fiechter M.–1969 Jahrb. DGLR 77-85, 1969.
Freeman N. C., Cash R. F., Bedder D.–J. Fluid Mech., 1964, **18**, p. 379-384.
Fultz D., Long R. R., Owens G. V., Bohan W., Kaylor R., Weil J.–Meteorol. Monogr. 1959, **4**, no. 21.
Fultz D., Spence T. W.–In: Atmos. Sci. Paper no. 122, 1967, E. R. Reiter, J. L. Rasmussen, eds., Colo. State Univ.
Gebhart B. Heat Transfer.–New York: McGraw-Hill, 1971.
Gebhart B., Dring R. P.–J. Heat Transfer, 1967, **89**, p. 274-275.
Gebhart B., Pera L., Schorr A. W.–Int. J. Heat Mass Transfer, 1970, **13**, p. 161-171.
Glass I. I. Shock Waves and Man.–Toronto: Univ. Toronto Press, 1974.
Griffith W. C., Bleakney W.–Amer. J. Phys., 1954, **22**, p. 597-612.
Grigull U., Hauf W.–Proc. 3rd Int. Heat Transfer. Conf., 1966, **2**, p. 182-195.
Hatfield D. W., Edwards D. K.–Int. J. Heat Mass Transfer, 1981, **24**, p. 1019-1024.
Head M. R.–In: Flow Visualization II, W. Merzkirch, ed., 1982, p. 399-403.–Washington: Hemisphere.
Head M. R., Bandyopadhyay P.–J. Fluid Mech., 1981, **107**, p. 297-338.
Hiller W. J., Meier G. E. A.–Bericht 10/1971, Max-Planck-Inst. Strömungsforsch., Göttingen, 1971.
Hiller W. J., Meier G. E. A.–In: E. A. Muller, 50 Jahre Max-PLanck-Institut für Strömungsforschung, Göttingen, 1975.
Honji H., Taneda S.–J. Phys. Soc. Japan, 1969, **27**, p. 1668-1677.
Hornby R. P., Johannesen N. H.–J. Fluid Mech., 1975, **69**, p. 109-128.
Horstman C. C., Kussoy M. I.–AIAA J., 1968, **6**, p. 2364-2371.
Hoyt J. W., Taylor J. J.–J. Fluid Mech., 1977, **83**, p. 119-127.
Hoyt J. W., Taylor J. J.–In: Flow Visualization II, W. Merzkirch, ed., 1982, p. 683-687. Washington: Hemisphere.
Johannesen N. H.–Philos. Mag., 1952, **43**, p. 568-580.
Johannesen N. H.–Oil, 1958, **4**, p. 22-26.
Kármán T. von.–J. Aeronaut. Sci., 1947, **14**, p. 373-402.
Karweit M. J., Corrsin S.–Phys. Fluids, 1975, **18**, p. 111-112.
Kline S. J. Flow Visualization, 1963, motion picture available from Encyclopedia Britanica Film Center, Chicago.
Kline S. J., Reynolds W. C., Schraub F. A., Runstadler P. W.–J. Fluid Mech., 1967, **30**, p. 741-773.
Kobayashi R., Kohama Y., Takamadate Ch.–Acta Mech., 1980, **35**, p. 71-82.
Koschmieder E. L.–Beitr. Phys. Atmos., 1966, **39**, p. 208-216.
Koschmieder E. L.–J. Fluid Mech., 1972, **51**, p. 637-656.
Koschmieder E. L.–Adv. Chem. Phys., 1974, **26**, p. 177-212.
Koschmieder E. L.–J. Fluid Mech., 1979, **93**, p. 515-527.
Lauterborn W.–In: Cavitation and Inhomogeneities in Underwater Acoustics, W. Lauterborn. ed., 1980.–New York: Springer-Verlag.
Magarvey R. H., MacLatchy C. S.–Can. J. Phys., 1964, **42**, p. 678-683.
Mair W. A.–Philos. Mag., 1952, **43**, p. 695-716.
Merzkirch W. Flow Visualization, 1974.–New York: Academic Press.
Mueller T. J., Nelson R. C., Kegelman J. T., Morkovin M. V.–AIAA J., 1981, **19**, p. 1607-1608. [Имеется перевод: Ракетная техника и космонавт., 1981]
Newman J. N. Eighth Symposium on Naval Hydrodynamics, M. S. Plesset, T. Y. Wu, S. W. Doroff, eds., 1970,

p 519-545 Washington: U S. Govt Printing Office
Oertel H., Jr. In: Flow Visualization II W. Merzkirch, ed., p. 71-76, 1982a – Washington: Hemisphere
Oertel H., Jr - In. Thermal Instabilities in Convective Transport and Instability Phenomena, J Zierep, H Oertel, eds., 1982b Karlsruhe Braun
Oertel H., Jr., Kirchartz K. R. Recent Developments in Theoretical and Experimental Fluid Mechanics, U. Müller, K. G. Roesner, B Schmidt, eds., 1979, p 355-366 Berlin: Springer-Verlag
Oertel H., Sr. Stossrohre, 1966. Vienna: Springer-Verlag
Oertel H., Sr. Modern Developments in Shock Tube Research. 1975, p 488-495 (Shock Tube Research Soc. Japan)
Payard M., Coutanceau M. C. R. Acad. Sci., Ser. B. 1974, **278**, p 369-372.
Pera L., Gebhart B. Int. J Heat Mass Transfer, 1971, **14**, p 975-984.
Pera L., Gebhart B. Int. J Heat Mass Transfer, 1972, **15**, p. 175-177
Pera L., Gebhart B. J. Fluid Mech., 1975, **68**, p 259-271.
Perry A. E., Lim T. T. J Fluid Mech., 1978, **88**, p. 451-463.
Perry A. E., Lim T. T., Teh E. W. J. Fluid Mech., 1981, **104**, p. 387-405
Pierce D.–J Fluid Mech., 1961, **11**, p 460-464
Polymeropoulos C. F., Gebhart B. J Fluid Mech., 1967, **30**, p 225-239.
Prasse H.-G – Rept. no E 10 77, 1977,– Ernst-Mach-Institut, Freiburg
Pullin D. I., Perry A. E. J Fluid Mech., 1980, **97**, p 239-255.
Roshko A. AIAA J., 1976, **14**, p 1349-1357 [Имеется перевод Ракетная техника и космонавт., 1976.]
Rutland D. F., Jameson G. J. Chem. Eng. Sci., 1970, **25**, p. 1301-1317.
Rutland D. F., Jameson G. J. J Fluid Mech., 1971, **46**, p 267-271
Sarpkaya T. J Fluid Mech., 1971, **45**, p 545-559
Sawatzki O., Zierep J. Acta Mech., 1970, **9**, p. 13-35.
Schardin H. Proc. VII Int. Cong. High Speed Photog., 1965, p. 113-109. Darmstadt Verlag O. Helwich
Schooley A. H. J. Mar. Res., 1958, **16**, p 100-108
Sedney R., Kitchens C., Jr., 1975, AGARD Conf. Proc. no 168, 1975, paper 37.
Shlien D. J., Boxman R. L. Int. J. Heat Mass Transfer, 1981, **24**, p 919-931.
Simpkins P. G. Nature (London) Phys. Sci., 1971, **233**, p 31-33
Sparrow E. M., Husar R. B., Goldstein R. J.–J Fluid Mech., 1970, **41**, p 793-800
Sturtevant B., Kulkarny V. A. J. Fluid Mech., 1976, **73**, p 651-671
Taneda S. Rep. Res. Inst. Appl. Mech. Kyushu Univ., 1955, **4**, p. 29-40
Taneda S. J. Phys. Soc. Japan, 1956a, **11**, p 302-307.
Taneda S. J. Phys. Soc. Japan, 1956b, **11**, p. 1104-1108.
Taneda S. Rep. Res. Inst. Appl. Mech. Kyushu Univ., 1968, **16**, p 155-163.
Taneda A. Prog. Aerosp. Sci., 1977, **17**, p 287-348
Taneda S.–J. Phys. Soc., Japan, 1979, **46**, p. 1935-1942.
Taneda S., Honji H. J. Phys. Soc. Japan, 1971, **30**, p. 262-272.
Taylor G. I.–In. The NCFMF Book of Film Notes. 1972, p. 47-54. The MIT Press with Education Development Center, Inc., Newton, Mass
Thorpe S. A. J. Fluid Mech., 1971, **46**, p 299-319
Wallet A., Ruellan F. Houille Blanche, 1950, **5**, p. 483-489
Wegener P. P., Parlange J.-Y. Ann. Rev. Fluid Mech., 1973, **5**, p 79-100.
Wegener P. P., Sundell R. E., Parlange J.-Y. Z. Flugwiss., 1971, **19**, p 347-352
Werlé H. Rech. Aéronaut., 1960a, no. 74, p. 23-30
Werlé H. Rech. Aéronaut., 1960b, no 79, p. 9-26
Werlé H. Rech. Aéronaut., 1962, no 90, p 3-14
Werlé H. Houille Blanche, 1963, **18**, p 587-595.
Werle H. Ann. Rev. Fluid Mech., 1973, **5**, p 361-382
Werlé H.– Le Tunnel Hydrodynamique au Service de la Recherche Aérospatiale, 1974, Publ. no. 156 ONERA: France.
Werlé H – Rech. Aérosp. 1980, **5**, p 35-49.
Werlé H., Gallon M.–Aéronaut. and Astronaut., 1972, no 34, p 21-33
Werlé H., Gallon M. Houille Blanche, 1973, **28**, p 339-360.
Westley R., Lindberg G. M., Chan Y. Y., Lee B. H. K. DME/NAE Quart. Bull 1972 (1), National Research Council, Canada
Wijngaarden L. van, Vossers G. J Fluid Mech., 1978, **87**, p 695-704
Wortmann F. X. AGARD Conf. Proc. no. 224, paper 12, 1977
Yamada H., Matsui T. Phys. Fluids, 1978, **21**, p 292-294.
Zdravkovich M. M. J. Fluid Mech., 1969, **37**, p 491-496

1964

Бай Ши-и. Магнитная газодинамика и динамика плазмы. Пер. с англ. М.: Мир. 1964.

Биркгоф Г., Сарантонелло Э. Струи, следы и каверны. Пер. с англ. М.: Мир, 1964.

Гидродинамическая неустойчивость. Пер. с англ. М.: Мир, 1964.

Милн-Томсон Л. Теоретическая гидродинамика. Пер. с англ. М.: Мир, 1964.

1965

Гиро Ж. Основные вопросы теории гиперзвуковых течений. Пер. с англ. М.: Мир, 1965.

Жермен П. Механика сплошных сред. Пер. с франц. М.: Мир, 1965.

Ричардсон Э. Динамика реальных жидкостей. Пер. с нем.–М.: Мир, 1965.

1966

Дорренс У. Гиперзвуковые течения вязкого газа. Пер. с англ. М.: Мир, 1966.

1967

Ван-Дайк М. Методы возмущений в механике жидкости. Пер. с англ. М.: Мир, 1967.

Ханн Д. Динамика несжимаемой жидкости. Пер. с англ.–М.: Мир. 1967.

Шерклиф Дж. Курс магнитной гидродинамики. Пер. с англ.–М.: Мир, 1967.

1968

Конт-Белло Ж. Турбулентное течение в канале с параллельными стенками. Пер. с франц. М.: Мир, 1968.

1970

Нелинейная теория распространения волн. Пер. с англ. М.: Мир, 1970.

1971

Гидродинамика кровообращения: Сб. статей. Пер. с англ.–М.: Мир, 1971.

1972

Коул Дж. Методы возмущений в прикладной математике. Пер. с англ.–М.: Мир, 1972.

1973

Бэтчелор Дж. Введение в динамику жидкости. Пер. с англ. М.: Мир, 1973.

1977

Уизем Дж. Линейные и нелинейные волны. Пер. с англ. М.: Мир, 1977.

1979

Вихревые движения жидкости: Сб. статей 1975 1977. Пер. с англ. М.: Мир, 1979.

1980

Биогидродинамика плавания и полета: Сб. статей 1977. Пер. с англ. М.: Мир, 1980. (Механика. Новое в зарубежной науке.)

Гидродинамическое взаимодействие частиц в суспензиях: Сб. статей. Пер. с англ.–М.: Мир, 1980. (Механика. Новое в зарубежной науке.)

Роуч П. Вычислительная гидродинамика. Пер. с англ.–М.: Мир, 1980.

1981

Бёрд Г. Молекулярная газовая динамика. Пер. с англ.–М.: Мир, 1981.

Бранков Г. Основы биомеханики. Пер. с болг.–М.: Мир, 1981.

Джозеф Д. Устойчивость движений жидкости. Пер. с англ. М.: Мир, 1981.

Лайтхилл М. Дж. Волны в жидкостях. Пер. с англ. М.: Мир, 1981.

Темам Р. Уравнения Навье Стокса: Теория и численный анализ. Пер. с англ. М.: Мир. 1981.

1983

Бхатнагар П. Нелинейные волны в одномерных системах. Пер. с англ. М.: Мир, 1983.

Педли Т. Гидродинамика крупных кровеносных сосудов. Пер. с англ. М.: Мир, 1983.

1985

Вихри и волны: Сб. статей 1977 1983. Пер. с англ.–М.: Мир, 1985. (Механика. Новое в зарубежной науке.)

Трехмерные турбулентные пограничные слои. Пер. с англ. Под ред. Х. Фернхольца, Е. Крузе. М.: Мир, 1985.

1986

Гилл А. Динамика атмосферы и океана. В 2-х томах. Пер. с англ. М.: Мир. 1986.

Ейтс Дж. Основы механики псевдоожижения с приложениями. Пер. с англ. М.: Мир, 1986. (Механика. Новое в зарубежной науке.)

Успехи прикладной механики: Сб. статей 1983 1984. Пер. с англ. М.: Мир, 1986.

образование 227
при обтекании клина 228, 231, 233
Кроу неустойчивость 116
Круглое отверстие, сверхзвуковое истечение через него 277
Круговой цилиндр
вблизи пластинки 17
вихревая дорожка *Кармана* за ним 94–98, 221, *4*
вихри *Тейлора* между такими цилиндрами 127, 128, 131
внезапно приводимый во вращение 121
в отрывном ламинарном потоке 40, 46
в ползущем течении 6
в течении в лотке *Хиз-Шоу* 1
колеблющийся 31
нормальный к пограничному слою 92, 93, 165
решетка цилиндров, внезапно начинающая движение 59, 62
обтекаемый ламинарным потоком 24
при большом числе Рейнольдса 47, 48
обтекание пары таких цилиндров в тандеме 15
– расположенных рядом 16
при внезапном начале движения 61, 62
спиралевидная турбулентность между такими цилиндрами 130
Крыловые вихри 84–86, 90, 91, 255

Ламинарное течение 21–74

Маховское отражение
перегулярное 238
обыкновенное 236, 237

Неустойчивость 102–150
Бенара 141
вихревого кольца 112–115
вихрей над треугольным крылом 125, 126
водяной струи 179–181
закрученного течения в трубе 124
капель в потоке 148
капиллярная, жидкой струи 122, 123
Кельвина–Гельмгольца 145–147
круглой струи 102, 117–120
кругового течения *Куэтта* 127, 128, 130, 131
пары концевых вихрей 116
пограничного слоя на пластинке 104–106, 109–111
на цилиндре, внезапно приведенном во вращение 121
под воздействием плавучести 139, 140
при наложении потоков 146
Рэлея–Бенара 139
свободной конвекции 214, 215
стратифицированного сдвигового течения 145
струйки дыма от сигареты 107
течения между вращающимися сферами 129
на вогнутой стенке 144
на вращающемся теле 132–135, 150
Пузейе 103
Толлмина–Шлихтинга 144
тонкой жирной пелены 147, 149

Обрушивание волны на воде 192, 194
Отсоединая головная ударная волна 7, 234, 254, 256, 258, 262–273
Отрыв 32–74
в диффузоре 175
ламинарные 24–27, 69–71
на конусе под углом атаки 73
на круговом цилиндре 15, 17, 40–48, 59–62, 221, 222
на крыловом профиле под углом атаки 72
на оживальном теле *Ржицина* 74
на шаре 19, 20, 49–58, 66, 220, 266
на эллипсе 32
перед ступенькой 69
при малых числах *Рейнольдса* 10–20
у передней кромки 33, 35, 36

Переход к турбулентности
в вихревом кольце 111
вниз по потоку от волн *Толлмина–Шлихтинга* 106
в пограничном слое на шаре 55, 57, 58
в трубе 103
за телом вращения 70, 71
на пластинке 104, 105
Пластинка
в ламинарном потоке 29, 30
внезапно начинающая движение 63–65
в ползущем течении 7
в течении в лотке *Хиз-Шоу* 3
ламинарный отрыв на ней 35–37
неустойчивость пограничного слоя на ней 104–106
турбулентное пятно при обтекании 109–111
ускоренно движущаяся 81
Поверхностные волны 191–197, 199–201
Пограничный слой
ламинарный и турбулентный 156
на плоской пластинке 29, 30
турбулентный 156–165
цилиндр, нормальный к нему 92, 93, 165
Подковообразные вихри
перед цилиндром в пограничном слое 92
при отсосе через отверстия в пограничном слое 99, 100
Подслой турбулентного пограничного слоя 159, 160
Ползущее течение 1–20
Потенциальное течение 1–5
Профиль крыла
в дозвуковом потоке 219
в ламинарном потоке 23
в сверхзвуковом потоке с запиранием 230
в течении в лотке *Хиз-Шоу* 4
под углом атаки, при начинающемся отрыве 34, 72
с затупленной задней кромкой 67, 68
Прямая ударная волна 225
образование 226
Прямоугольное крыло 84–86
Пузейе течение, неустойчивость 103
Пузырь
кольцевое 188
поднимающийся в жидкости 182–186
при кавитации 187
Пуля 7, 254

Рейнольдса эксперимент с краской 103
Релаксационное расширение фронта ударной волны 233
Решетка круговых цилиндров
импульсивное обтекание 60
свободная конвекция от нее 211
Решетка, турбулизация с ее помощью 152–155
Ржицина оживальное тело 22, 74
Ржицина полутело 2

Свертывание вихревой пелены 80–86
Сверхзвуковое течение 252–279
в струе 168
при обтекании клина 228, 231, 233, 234, 256
при обтекании конуса 257–259, 261, 274
при обтекании модели самолета 255
при обтекании пули 7, 254
при обтекании снаряда 253
при обтекании тела со ступенчатым контуром 273
при обтекании тела с плоской передней частью 262–265, 282
Свободная конвекция 202–218
– поверхность, течение с ней 179–201
След
за кораблем 201
за круговым цилиндром 59–62, 94–98, 221, 222, *4*
за профилем с плоской задней кромкой 67, 68
за танкером, севшим на мель 173
за телом вращения с плоским дном 71, 223, 224, 253, 265
за тонким телом 21
за шаром 49–58, 266, 269, 271
пузыря 184, 186
турбулентный 151, 172–174
Слив ванны (вихрь в нем) 101
Смешения слой 176–178
Солнце
кавитация в нем 190
процесс запуска для него 278
распыление при истечении из него 198
сверхзвуковое, при наличии возмущений от стенок 279
Спаривание вихрей 178
Спиральные вихри 132–135
Стокса течение 1–20

УВАЖАЕМЫЙ ЧИТАТЕЛЬ!

Ваши замечания о содержании книги, ее оформлении, качестве перевода и другие просим присылать по адресу: 129820, Москва, И-110, ГСП, 1-й Рижский пер., д. 2, издательство «Мир».

Учебное издание

ЭЛЬОМ ТЕЧЕНИЙ ЖИДКОСТИ И ГАЗА

Составитель Милтон Ван-Дайк

С. научн. ред. П. Я. Коросмонская. Мл. научн. ред. И. В. Герасимова
Художник А. В. Шипин. Художественный редактор В. И. Шаповалов.
Технический редактор З. И. Резник. Корректор Н. В. Андреева.

ИБ № 5109

Сдано в набор 07.08.85. Подписано к печати 31.07.86. Формат 60 × 90 1/8. Бумага мелованная. Печать офсетная. Гарнитура таймс.
Объем 11,50 бум. л. Усл. печ. л. 23,00. Усл. кр.-отт. 37,00. Уч.-изд. л. 24,88.
Изд. № 1 3789. Тираж 7500 экз. Зак. 839. Цена 2 р. 50 к.

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МИР» 129820, ГСП, Москва, И-110, 1-й Рижский пер., 2

Можайский полиграфкомбинат Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
143200, г. Можайск, ул. Мира, 93