



Рис. 2

мер, против часовой стрелки (если смотреть сверху).

Давайте посмотрим, что говорят об этой задаче книги: от тех, которые пишутся физиками и на которые все ссылаются как на авторитетные источники, до тех, которые подобны книге футбольного тренера моего сына, описывающей технику ударов по мячу. Начнем с физика Дж.Трефила, который в книге «Ученый на морском побережье» пишет: «Прежде чем закончить обсуждение эффекта Бернулли, я бы хотел указать на еще одну область, где его следствия должны быть обязательно изучены и которая несколько неожиданно проявляется в бейсболе. Рассмотрим, например, подачу «кривого мяча». Это особый тип подачи, при которой мяч бросают так, что при движении вперед он закручивается вокруг своей оси, как показано на рисунке 2, изображающем вид сверху. Из-за шероховатости поверхности мяча действие вязких сил приводит к возникновению тонкого слоя воздуха, вращающегося вместе с этой поверхностью. Рассматривая рисунок, можно понять, что воздух в точке, обозначенной буквой А, будет двигаться быстрее, чем воздух в точке В, потому что в первом случае скорость вращательного движения точек поверхности мяча складывается со скоростью мяча вдоль траектории, а во втором — вычитается. В результате этого возникает «подъемная сила», которая стремится переместить мяч в указанном на рисунке направлении».

Трефил затем показывает схему движения «быстрого мяча», отклоняющегося вниз, когда он закручивается так, что нижняя поверхность мяча вращается по направлению его движения. Это то же явление, что и в предыдущем случае, с тем лишь от-

личием, что ось вращения мяча повернута на 90 градусов.

В книге «Физика бейсбола» Р.Адзар рассматривает мяч, брошенный по направлению к месту игрока с битой так, что он вращается против часовой стрелки, как это показано на рисунке Трефила. Направление влево от подающего называется первой базой, вправо от подающего — третьей. Адзар пишет: «Мы можем тогда

полагать, что давление воздуха на третьебазовой стороне мяча, которая движется быстрее, будет больше, чем давление на первобазовой стороне, которая движется медленнее. Вследствие чего мяч будет отклоняться в сторону первой базы».

Выводы Адзара и Трефила прямо противоположны, хотя они согласны в том, что сторона мяча, вращающаяся по направлению его перемещения к принимающему игроку, движется быстрее, чем противоположная сторона. Тем не менее, мы усвоили из этих двух источников, что давление воздуха на одной из сторон мяча либо увеличивается, либо уменьшается в зависимости от скорости этой стороны. Но я не буду пока вставать на одну из сторон этого спора.

«Британская энциклопедия» вносит в дискуссию иные рассуждения, основывающиеся на введении концепции вязкого трения: «Трение стороны мяча, поворачивающейся в воздухе в направлении перемещения мяча, замедляет воздушный поток, в то время как на другой стороне трение ускоряет воздушный поток. Большее давление на стороне, где воздушный поток замедлен, толкает мяч в направлении области низкого давления на противоположной стороне мяча, где возникает относительное увеличение потока воздуха».

Ну вот, теперь уже мы выяснили, что вращающийся мяч заставляет воздух двигаться быстрее или медленнее по одну или другую сторону мяча. И еще — что быстро движущийся воздух увеличивает или уменьшает давление в зависимости от вашего выбора, какому авторитетному источнику следовать.

И вновь о книге тренера моего сына. Тренер — всего-навсего футболист международного класса

Дж.Лямпти. Он не дает теоретического обоснования, но мы можем быть достаточно уверены, что Лямпти неоднократно проводил опыт с мячом и должен поэтому правильно описывать направление поворота мяча. Он пишет: «Банановый удар является более или менее смещенным от центра мяча энергичным ударом подъемом ноги, который придает вращение футбольному мячу. Удар, смещенный от центра мяча вправо, искривляет траекторию мяча влево. Удар, смещенный от центра мяча влево, искривляет траекторию мяча вправо. В итоге



Мяч искривляет траекторию влево

Рис. 3

изгибы траектории футбольного мяча зависят от скорости вращения». Как вы можете видеть на рисунке 3, Лямпти, подобно Адзару, говорит о высоком давлении на стороне мяча, вращающейся по направлению его полета.

Я не буду касаться других мнений, которые принимают тот или иной способ поворота мяча. Некоторые объяснения зависят от авторской интерпретации эффекта Бернулли, некоторые связаны с вязкостью, некоторые — с трением, некоторые — с турбулентными явлениями в воздухе.

Позже мы вернемся к теме закручивания мячей, а сейчас продолжим обсуждение проблем с общепринятым мнением о подъемной силе.

Другие парадоксы. Традиционное объяснение работы крыла приводит нас к заключению, например, о том, что крыло, которое имеет слегка вогнутый низ (рис.4), будет всегда испытывать, при прочих равных условиях, меньшую подъемную силу по



Крыло с вогнутым низом

Рис. 4