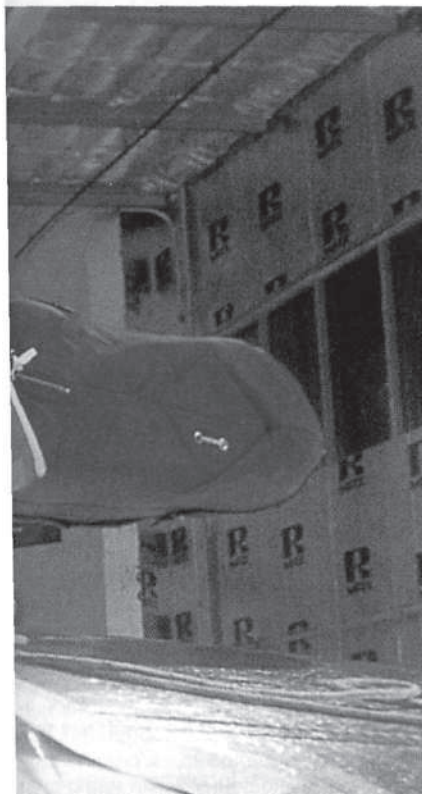


Так выглядит "шитье" грота в "парусной мастерской" "Норт Сейлс" в Сан-Франциско. Один из промежуточных процессов — формирование задней шкаторины грота. Хорошо видны армирующие нити (желтого цвета), зафиксированные в теле паруса

Технология "3DL" — еще один способ "шить" паруса

Всякий парус своими размерами велик, а снежинка — мала. Однако именно этот образ гигантской снежинки возникает при взгляде, брошенном на необычный парус, изготовленный по технологии "3DL" ("3-Dimensional Laminated"). Он столь же совершенен, его поверхность поражает чистотой и "первозданностью". По-зимнему живописен узор силовых тяг — нитей, растекающихся под полупрозрачной поверхностью рукотворного чуда.

И верно, не сразу приходит понимание того, что создать такое чудо можно, лишь располагая высшего качества компьютеризованной технологической оснасткой, знанием тонкостей технологии, владея — концепцией "3DL".



Плоттер, раскраивающий полотнище майлара.
Рекламное фото фирмы "Армстронг-Вайт Аутомейшн Лтд. (Нов. Зел.)"

верхности формуют и после того доводят до кондиции собственно парус.

2. Нужна тележка, способная перемещаться по направляющим, раскрепленным под потолком, снабженная вертикальной телескопической консолью, "головка" которой может быть наведена компьютером на любую точку поверхности стапель-формы. Через эту "головку" подаются армирующие нити, фиксируемые в теле паруса. Через нее дозируется подача термочувствительного клея для крепления этих нитей. На ней же смонтирован довольно массивный нагреватель, используемый поначалу для прихватки нитей и затем уже — для пропекания трехслойного на тот момент, почти готового "сэндвича", паруса.

3. Невозможно работать и без подвижной "люльки". Это она позволяет оператору, как бы в горизонтальном парении над рождающимся парусом, вести визуальный контроль за всем, что происходит на стапеле, вручную производить технологические операции, неподвластные или непосильные автомату.

4. Еще требуется плоттер — агрегат, установленный неподалеку от

стапеля. На нем, сообразно чертежам, кроят лоскуты полотнищ майлара, которые потом попадают на стапель-форму.

5. Наконец, технология "3DL" фактически нереализуема без компьютера и специального программного обеспечения. Эта часть технологического комплекса необходима и для того, чтобы управлять пневматикой, обеспечивающей адекватность поверхности стапель-формы расчетной форме паруса. Она же, при любых перемещениях тележки, обеспечивает гарантию того, что "головка" всегда будет отстоять от формируемой поверхности на строго заданную величину — столкновения исключены. Эта же система дает и указания: как раскроить очередной кусок ткани на плоттере, куда поместить его потом.

Технологическая команда, располагающая таким комплектом оборудования, рабо-

тает приблизительно по следующей схеме:

А. Готовится стапель-форма: по требуемому электронным "шаблонам" — командам компьютера формируется, выгибается ее рабочая поверхность. Большой парус занимает всю или почти всю поверхность устройства. При работе с парусом меньших размеров требуемой деформации подвергается только какая-то часть стапель-формы.

Б. Увлажненные клеем полотнища майлара, покинув стол плоттера, попадают на стапель-форму. Это они формируют нижний слой "сэндвича" — паруса.

В. Далее следует исключительно ответственная операция: особо прочные синтетические нити требуемой толщины, слегка увлажненные клеем, до дюжины за один проход, под требуемым и соответственно контролируемым напряжением выкладываются по внутренности будущего паруса. Припекаемые по мере перемещения "головки" и смонтированного на последней нагревателя, они выстраиваются по предвычисленным линиям предполагаемых наибольших рабочих напряжений, которые потом будут возникать в материале паруса. При изготовлении одного паруса "головка" делает — оператор контролирует — до сотни подобных проходов.

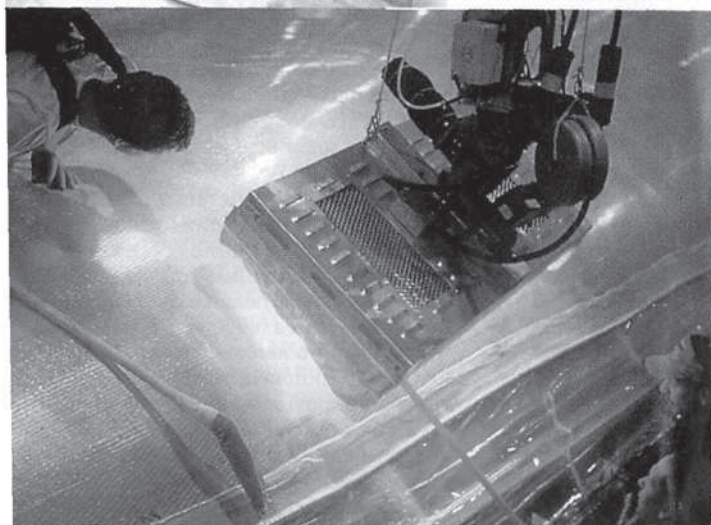
Г. Полученную по завершении последней операции конструкцию покрывают еще одним — верхним слоем майлара. Этот слой обычно сам по себе еще подкреплен сеткой тонких нитей, обеспечивающих местную, на разрыв, прочность полотна. После этого "сэндвич" подвергают действию вакуумного прижима. Используя тот же нагреватель, производят финишную обработку, ламинирование поверхности паруса.

По окончании этой операции в основном уже готовый парус снимают со стапель-формы, производят над ним завершающие процедуры.

"ПЛЮСЫ" и "МИНУСЫ"

Чем хорош парус, изготовленный по технологии "3DL"? С одной стороны, здесь уже можно говорить об очевидных или уже подтвержденных практикой "плюсах". С другой стороны, здесь есть еще и моменты, прояснить и подтвердить которые смогут только те же опыт, практика и время.

Так, по определению, парус "3DL" точнее воспроизводит и устойчивее держит под нагрузкой форму, задаваемую конструктором. Работая в технике "ножниц и ниток с иголкой", загодя гарантировать попадание в форму с такой же степенью точности едва ли возможно. Недаром среди грандов парусного дела популярна поговорка, что парус-де не парус, пока он не попробовал нож-



Термическая обработка паруса в вакуумном мешке. Оператор контролирует качество "запекания"

ТЕХНОЛОГИЯ "3DL"

Для того, чтобы создать подобный парус, требуется многое. Например, нужно иметь достаточно большое рабочее помещение. Его внутренние габариты — по горизонтали — должны заметно превышать размеры паруса, а отмеченного к изготовлению. Высоким должен быть потолок. Главное же здесь однако — специальное оборудование:

1. Прежде всего нужен уже не плоский лаз, а выпуклая стапель-форма, способная своей поверхностью в натуральную величину воспроизводить требуемую чертежом трехмерную геометрию паруса. На этой по-

¹Соответственно и термин "3-Dimensional zminated" можно перевести как трехмерный, трехнаправленный ламинат, в отличие от плоского двунаправленного. Заметим, что "3DL" — это обозначение не только технологии, но и инструкции паруса. — Прим.ред.

ниц, пока его разок-другой не перешили, не поправили.

Еще — парус "3DL" легок. Уже известно, что при некоторой обеспеченной прочности он легче традиционного на треть. Или иначе, на те же проценты он прочнее при том же весе, если вести сравнение с аналогом, изготовленным по традиционной технологии.

По-своему такой парус оказывается и более надежным. Желательная и планируемая неоднородность его механических свойств, которую так легко реализовать, когда есть возможность "сплести" основу, протянуть силовые нити где надо — чаще, где надо — реже, да еще точно в нужном направлении, — замечательный фактор. Это исключает появление локальных зон перенапряжения, и точно так же — зон, в которых материал обычного паруса нередко фактически не несет полезной нагрузки.

И еще: парус "3DL", кажется, долговечен. Здесь пока не накоплен достаточный опыт, нет должной статистики. Но и оптимисты, и скептики имеют в своем распоряжении кое-какие факты. Генуя, некогда приобретенная с расчетом на применение в одном туре гонок на Кубок Америки, пережила, сохранив все свои свойства, четыре тура. В исключительно напряженном режиме тот парус отработал 140 часов ходового времени.

Наконец, об этом уже говорилось, парус "3DL" очень красив. Часть его красоты, нашедшая свое выражение в безукоризненности его "ламинированных" поверхностей, многое обещает и, наверно, дает в части совершенства его аэродинамических характеристик.

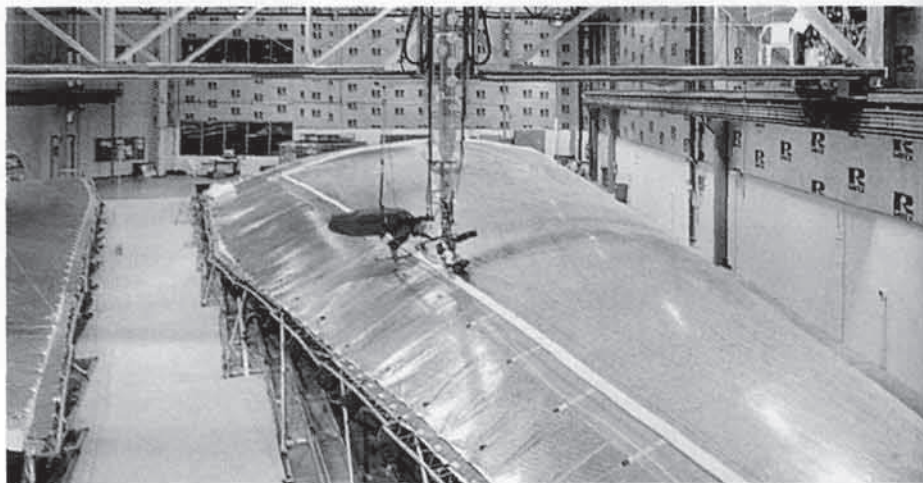
А что же плохо? Пожалуй, такие паруса недороги. Косвенное свидетельство этой стороны дела — переживания мастеров технологии "3DL", вынужденных время от времени сдирать со стпель-формы и выбрасывать испорченный парус. До веселья ли, когда в ничто превращается парус, готовый, скажем, на 80%, и цена которому — 8...10 тысяч долларов США!

ТАК ЛИ УЖ НОВА ТЕХНОЛОГИЯ "3DL"?

Это далеко не праздный вопрос. Действительно, ключевой момент в такой технологии — силовые нити, придающие парусу особые свойства. Но саму по себе эту идею, понятно всем, нельзя назвать принципиально новой. Хорошо известно, что немало сил у мастеров парусного эксперимента в последние годы ушло на опыты по созданию "панельного" вида парусов, достаточно традиционного покроя, но подкрепленных паутинной разбегающихся армирующих строп из того же кевлара, углеволокна и т.п.

Творцы "3DL", кстати сказать, увязли даже в судебном процессе, где их обвиняют в техническом плагиате. Благо, что тяжба, кажется, приближается к благополучному для пионеров технологии "3DL" окончанию.

Фрагмент, выхваченный из паруса "3DL", действительно, не удивит никого. В нем нет ничего загадочного и оригинального. И оборудование цеха-мастерской "3DL" может подивить лишь человека не вполне сведущего.



Общий вид цеха с двумя стпель-формами. Производится армирование района задней шкаторины паруса

щего. Ни один из элементов системы, начиная со стпель-формы и кончая компьютером с его интеллектуальной начинкой, взятые в отдельности, не новы.

В таком случае, что же все-таки изобрели создатели чуда по имени "3DL"? Ответ готовы подсказать они сами — систему! Они изобрели, претворили и отладили систему, способную обеспечить в промышленных масштабах выпуск парусов, обладающих, с одной стороны, уникальными качествами, с другой стороны, — стабильностью высоких стандартов. Они создали систему, которая сегодня работает хорошо, но завтра будет работать только лучше.

Пару лет назад мастера, занимаясь парусами для участников гонок Кубка Америки, тратили приблизительно 18 часов на изготовление гоню, 27 часов — на создание грота. И считалось, что это раза в полтора дольше того, что затрачивают на шитье "панельных" парусов такого же размера. Сегодня мастера "3DL" тратят на такие же гоню и грот соответственно: 12 и 18 часов, не считая и эти показатели пределом.

Созданная мастерами система сегодня уже позволяет думать о переходе от работы лишь по заказам супер-мастеров океанских гонок к работе в интересах много более массового заказчика.

МАСТЕРА

Кто же они? Воздавая должное личностям, создателям технологии "3DL", в первую очередь все же следует назвать имя фирмы, принявшей на себя финансовые обязательства и риск, хлопоты по организации масштабного технологического эксперимента, и с честью вышедшей из периода непростых экспериментов: "Норт Сейлс" ("North Sails", США). Резонно упомянуть и имя владельца компании: Терри Колер (Terry Kohler). Это он вложил очень немалые деньги в предприятие, которому не только что не грозили гигантские прибыли, — были поводы для серьезных сомнений в части перспектив успеха как такового.

Людям, заболевшим идеей производства парусов "3DL", отчаянно повезло. Хозяин фирмы, естественно, пытаясь не упустить из виду и коммерческие горизонты, вместе с тем ярко проявил качества чело-

века, просто влюбленного в проблемы технологии. Эта страсть придавала ему силы, когда до успехов было еще далеко, а трудности были здесь, рядом.

Началось движение "3DL", совсем с других людей. В 1990 г. двое швейцарско-французских ученых Ж. Бодэ (J.P. Baudet) и Л. Дюбуа (L. Dubois), предложили к реализации "Норт Сейлс" выношенную ими идею специфической технологии формования паруса. Интуиция или что-то еще подсказывала им, что именно в стенах "Норт Сейлс" их ждет понимание и готовность предоставить базу для эксперимента, без которого замечательная идея еще долго оставалась бы "одной из...".

Возможность действовать была предоставлена, и на периферии технологической зоны "Норт Сейлс" была сооружена деревянная стпель-форма для паруса "3DL". Над ней возникла подвижная "люлька". Экспериментаторы в течение трех недель вручную буквально лепили парус, вручную выкладывая силовые нити, примитивным гребнем выравнивая их узор.

Первый "блин" не вышел "комом", хотя косметическая сторона произведенного продукта явно допускала критику: сетка силовых нитей была не столь совершенной эстетически, лучшего оставляла желать далеко не "ламинированная" поверхность паруса. Тем не менее, он был изготовлен и испытан в испытательных плаваниях. Эксперты признали дело стоящим, и это позволило руководству "Норт Сейлс" принять решение о возведении уже промышленного комплекса "3DL".

Первый профессионального уровня парус "3DL" был испытан в гонках на Кубок Америки 1992 г. Любопытно, что сообщество яхтсменов тогда довольно спокойно восприняло факт появления новинки. В центре внимания специалистов тогда были эксперименты Билла Коха (Bill Koch) с материалом "Cuben Fibre", в основе которого лежала технология жидких кристаллов (Liquid Crystal Material). Этот материал был применен при изготовлении традиционного покроя парусов "Америки". В тех условиях выступление парусов "3DL" прошло более чем скромно. Но идея, все-таки, была обнародована и поддержана. Кажется, Деннис Коннер (Dennis Conner) стал первым из друзей "3DL".

С того времени изменилось многое, но прежней остается вера специалистов "Норт Сейлс" в производимые ими паруса. Сегодня работают два их центра: в Сан-Франциско и Миндене, штат Невада. Одной из двух этапель-форм в Сан-Франциско остается га, на которой начали производить паруса для участников Кубка Америки. Сравнитель-

но недавно в полную силу заработала уже вторая линия предприятия в Миндене. Портфель заказов "Норт Сейлс" теперь отнюдь не пуст. Заказчики знают, что сегодня им следует ждать свои "3DL" никак не меньше, чем 15...20 недель.

В. Митрофанов, по материалам "Yachting World" (VI, 1995) и "Badny" (III, 1996)

ПАРУСА 3DL НА ЯХТАХ "GRAND MISTRAL"

Своими впечатлениями делится член экипажа российской яхты "Russian Team" **Константин Чурмасов**.

"Гардероб" парусов, изготовленных фирмой "North Sails" по технологии 3DL для юссийской яхты класса Grand Mistral состоит из трех стакселей, это:

- легкий полнообмерный (L1) — на давление вымпельного ветра до 14 узлов;
- тяжелый полнообмерный (H1) — на давление вымпельного ветра до 24 узлов;
- джибтоп (GT1) для курсов по вымпельному ветру от 35° до 85° и давления вымпельного ветра до 26 узлов.

В ходе эксплуатации этих парусов были отмечены некоторые их особенности. Во-первых, это их изумительная форма и, соответственно, высокая тяга, создаваемая ими. Привлекает также и относительная легкость парусов, по сравнению с парусами из эвлара или спектры. Еще один плюс — это стойчивость к растяжению материала. Все, аверное, видели паруса с потянутыми полотнищами, каждое из которых превратилось в мини-парус со своей формой, и только швы напоминают еще о былой форме паруса в целом. Отсутствие полотнищ как зковых (за исключением гровов, которые даже по технологии 3DL состоят из 4-7 горизонтальных полотнищ) и прочность сэндвича майлар-кевлар-майлар на растяжение полностью сняло эту проблему. Паруса DL прекрасно реагируют на добивание и завлечение булины и набивку по фалу.

К сожалению, нельзя сказать, что все эти паруса имели идеальную форму именно для нашей яхты. Это можно понять, так как это были самые первые паруса, создан-

ные "North Sails" для "Grand Mistral". Если джибтоп не вызывал нареканий, то L1 и H1 были полноваты, причем L1 настолько сильно, что в Саутгемптоне его пришлось отвезти в английское отделение "Diamond-North Sails" для переделки. Изменить форму паруса, который выклеен на болване, путем ушивания крайне трудно, так как отсутствуют все привычные полотнища, из которых традиционно набирается форма паруса. Для того чтобы парусные мастера из "North Sails" могли как-то помочь нам, они попросили сделать серию фотографий в направлении от галсового и шкотового углов к топу в разные ветровые условия. Их решением нашей проблемы была обыкновенная закладка по центру так называемого пуза от нижней шкаторины до 2/3 высоты паруса. Это слегка улучшило форму, но не сняло проблему окончательно. Еще одним недостатком является низкая устойчивость к механическим воздействиям — есть вероятность расслоения слоев майлара при длительном механическом воздействии на перегнутый участок паруса. Это в первую очередь касается океанских гоночных яхт, где паруса хранятся прямо в проходах подпалубного пространства, под ногами у яхсменов, и это отнюдь не улучшает структуру материала, если еще вспомнить и об относительной хрупкости волокон кевлара. Таким же слабым местом является и место где юбка паруса соприкасается с релингом. Естественно, на яхтах класса Кубка Америки эта проблема отсутствует. Прочность паруса на разрыв во многом зависит от прочности ленты, которой обработаны шкаторины. Будь эта лента чуть прочнее — в гонке в Бастаде, Швеция, мы были бы первыми.

Еще одним узким местом являются лат-карманы, которые без каких-либо изменений конструкции переключались с традиционных парусов на 3DL. Тяжелые дакроновые лат-карманы выглядят неуклюже на легком прозрачном парусе и свою прямую функцию начинают выполнять, когда сила ветра заставляет думать о замене паруса на более тяжелый. Но это, наверное, недостаток, который будет устранен в ближайшем будущем. Яхта "Nicorette", например, уже получила новый комплект стакселей 3DL от "Doyle Sails", на которых лат-карманы и латы очень сильно отличаются от традиционных.

ТЕХНОЛОГИЯ БУДУЩЕГО — СЕГОДНЯ XCELLERATOR 3DL

Фирма "NORTH SAILS" уже добилась серьезных успехов в производстве парусов для крупных гоночных яхт. Технология 3DL доказала свое превосходство в Кубке Америки. Стоимость всего проекта разработки технологии 3DL составила свыше 3 млн. долларов. Эта финансовая база позволила в 1996 г. предложить потребителям новые разработки и, в частности, — современные паруса для виндсерферов, разработанные на основе этой технологии. Фирма предлагает досочникам паруса следующих марок:

— **3D INTEGRATOR CUT** — новый крой паруса с профилированными швами. Парус собран из полотнищ четырех типов (мачт-карман — из материала с высокой износостойчивостью, а основная часть паруса из 12 кусков монопленки различной толщины: 0.254 мм, 0.176 мм, 0.127 мм);

— **FLOWING SHAPE** — парус вертикального кроя, профилированный "на ветер" и "под ветер";

— **ROCKET TENSIONIZER** — с новым типом устройства настройки лат.

С применением новой технологии изготовлены и такие паруса как DIAMOND LEECH и TRIAX.

Паруса **XCELLERATOR 3DL** — полностью изготовлены по технологии 3DL, т.е. 3-х-мерные ламинированные профилированные, абсолютно не содержащие швов.

Эти паруса предполагается использовать в дисциплинах "Race" и "Slalom". В 1996 г. производятся: XCELLERATOR 3DL 6.5 и XCELLERATOR 3DL 7.8 (соответственно площадью 6.5 кв.м и 7.8 кв.м).

