

значительных временных и финансовых затрат. Поэтому важным является аналитическое исследование процесса и определение влияния отдельных размеров пуансона и матрицы на характеристики клинч-соединения. Указанные работы были проведены в КНИТУ-КАИ с использованием программного комплекса DEFORM 2D, предназначенного для моделирования различных процессов формообразования на основе метода конечных элементов.

При этом исследовалось влияние отдельных факторов процесса и параметров инструмента при фиксированных значениях остальных параметров.

Спроектирована и изготовлена экспериментальная установка для формирования клинч-соединений на листовых заготовках. На этой установке изготовлены тест-образцы, предназначенные для проведения прочностных испытаний на срез, вырыв и циклических испытаний. Тест-образцы для испытания на срез представляют собой скрепленные клинч-соединением две полосы шириной 40 мм и длиной 90 мм. Тест-образцы для испытаний на вырыв и циклических испытаний выполнены в виде двух одинаковых скрепленных между собой клинч-соединением круглых заготовок диаметром 80 мм, с отверстиями по окружности тест-образца предназначенными для его крепления в специальном приспособлении.

При испытании образцов на срез использовалась штатная оснастка статической универсальной испытательной машины Instron 5884.

Для проведения испытаний на вырыв была спроектирована специальная оснастка, которая обеспечивала закрепление тест-образца в захватах указанной испытательной машины.

В процессе проведения циклических испытаний определялась несущая способность (на вырыв) клинч-соединения после отработки заданного числа циклов нагружения в условиях упругих деформаций тест-образца. Испытания проводились в два этапа. На первом этапе проводились циклические испытания для симметричного цикла нагружения с повышением числа циклов от образца к образцу. Величины максимальной и минимальной нагрузок циклического нагружения выбирались по предварительно полученным диаграммам испытаний тест-образцов на вырыв, исходя из условия их упругого деформирования. На втором этапе проводилась серия статических испытаний на вырыв тест образцов прошедших циклическое нагружение на первом этапе. Циклические испытания проводились на универсальном гидравлическом испытательном стенде Biss (NanoPlug'n'Play).

В результате проведенных исследований разработана методика моделирования клинч-соединений, алгоритм определения геометрических параметров инструмента (пуансона и матрицы) и настроечных параметров оборудования (величины рабочего хода пуансона и силы прижима), создана и отработана экспериментальная методика определения прочностных параметров клинч-соединений.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ИЗ ПОЛИМЕРНОЙ БУМАГИ СКЛАДЧАТЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ ТРЕХСЛОЙНЫХ ПАНЕЛЕЙ

© 2012 Закиров И.И.

Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань

INTENSIFICATION OF PROCESS OF A FORMING FROM POLYMERIC PAPER OF FOLDED FILLERS OF THREE-LAYER PANELS

© 2012 Zakirov I.I.

In work the mechanics of interaction of a punch, preform and the elastic basis is analysed at operation performance “bigovka” in the course of a forming of folded fillers.

В конструкциях летательных аппаратов широко используются трехслойные панели с наполнителем из полимерной бумаги. Так грузовой отсек и полы пассажирского салона самолета ТУ-214 изготовлены из трехслойных панелей с сотовым наполнителем из полимерной бумаги Nomex®. В конструкциях фирмы AIRBUS также широко используются такие панели. Есть и другие примеры.

В настоящее время проявляется определенный интерес к складчатым наполнителям. Их преимущества по организации дренажа и хорошие звукоизолирующие характеристики и возможность использовать в конструкциях, имеющих одинарную и двойную кривизну, привлекают конструкторов. Есть уже опыт использования таких конструкций в звукопоглощающих экранах газопроводных станций и некоторых элементах летательного аппарата. Однако для широкого использования есть ряд нерешенных вопросов, которые сейчас находятся в стадии исследования.

Одной из таких задач является создание индустриального процесса формообразования складчатых наполнителей, который мог бы конкурировать по себестоимости с сотовыми.

Выполненные в последние годы работы показывают, что одним из производительных методов формообразования складчатых наполнителей является ротационный. При этом установлено, что наибольший эффект достигается при включении в процесс формообразования операции – биговки (создание канавок по линии будущих сгибов). Если эту биговку выполнять на эластичном основании, то достигается двойной эффект: формируется канавка и происходит изгиб полимерной бумаги относительно ножа-пуансона моментом, возникающим от действия сил, образующихся при внедрении ножа-пуансона с заготовкой в эластичное основание (матрицу). Дальнейшие

операции складывания облегчаются, что позволяет придавать валкам большие скорости вращения.

В работе рассмотрены вопросы определения эффективности предлагаемой операции биговки на эластичном основании. Для этого проанализирована механика взаимодействия ножа-пуансона, заготовки и эластичного основания-матрицы. Экспериментами и моделированием с помощью программы Deform -3М установлено, что при биговке на эластичном основании на заготовке получается канавка глубиной до 25% от толщины листа. При этом канавка имеет профиль рабочего участка пуансона, взаимодействующего с заготовкой, т.е. изгиб относительно пуансона происходит только участка заготовки, имеющей переменное по толщине сечение. В работе получены аналитические зависимости для определения остаточного угла после изгиба на эластичном основании элемента заготовки переменной толщины, что позволяет в свою очередь рассчитать на какую высоту можно поднять гофр складчатой конструкции на операции биговка-гибка.

Рассмотренные модели деформирования заготовки при биговке заготовки на эластичном основании (рис. 2.5) с использованием программного комплекса DeFORM 3Мтакже показывает, что процесс осуществляется комплексно: образуется канавка на поверхности заготовки и она изгибается относительно пуансона. Очевидно, что толщина заготовки на участке образованногогиба получается переменной. Для упрощения решения задачи определения остаточного угла гйба после снятия нагрузки, т.е. прохождения заготовки за пределы биговочного пуансона, разобьем участок на i секторов. Определим остаточный угол для каждого участка, а итоговые значения остаточного угла найдем как сумму

$$\bar{\theta} = \sum_i^n \bar{\theta}_i \quad (2.1)$$

Остаточный угол каждого участка определяется из условия равества дуг

секторов по нейтральной линии до и после пружинения

$$\bar{\theta} = \frac{r_i \theta_i}{\tilde{r}_i} \quad (2.2)$$

Изменение толщины заготовки берем равным по всему контуру контакта заготовки с пуансоном уменьшение для каждого сектора принимаем равным

$$\Delta t = \frac{t_0 - t_k}{n} \quad (2.3)$$

При этом $t_1 = t_0 - \Delta t / 2 \dots t_i = t_{i-1} - i \Delta t$. В нагруженном состоянии радиус гiba каждого участка определяется как среднее значение

$$r_i = r_m - \frac{t_i}{2} \quad (2.4)$$

Момент внутренних сил находим для каждого сектора по средней толщине этого сектора (2.3) и среднему значению радиуса (2.4)

$$M = 2B \int_0^{(t_{i-1} - i \Delta t)} \sigma d_y y \quad (2.5)$$

При этом зависимость напряжений от деформации, возникающих при изгибе полимерной бумаги, принимаем по степенному закону [1]

$$\sigma = K \varepsilon^n \quad (2.6)$$

где K и n определяются в соответствии с работами [2].

Допуская изменение деформации по высоте сечения при изгибе полимерной бумаги по линейному закону, запишем

$$\varepsilon = \frac{y}{r_i} = y_i \quad (2.7)$$

$$\text{где } i = 1 / (r_m - \frac{t_i}{2})$$

$$\text{Тогда } M = 2B \int_0^{(t_{i-1} - i \Delta t)} K y_i^n y^n d_y = 2BK(t_{i-1} - i \Delta t)^{n+2} \frac{1}{n+2} \frac{1}{2^{n+2} i^n} =$$

$$\frac{2BK_i^n (t_{i-1} - i \Delta t)^{n+2}}{2^{n+1} (n+2)} \quad (2.8)$$

Используя теорему о разгрузке при рассмотрении пружинения материалов при изгибе [2], запишем

$$\frac{1}{\tilde{r}_i} = \frac{1}{r_i} - M_i / l_i \quad (2.9)$$

где l_i – момент инерции сечения по середине каждого сектора

$$l_i = \frac{B(t_{i-1} - i \Delta t)^3}{12} \quad (2.10)$$

Поставив в зависимость (2.9) формулы (2.8) и (2.10), получим

$$\begin{aligned} \frac{1}{\tilde{r}_i} &= \frac{1}{r_i} - \frac{2BK_i^n (t_{i-1} - i \Delta t)^{n+2}}{2^{n+1} (n+2) EB (t_{i-1} - i \Delta t)^3} \\ &= \frac{1}{r_i} \left(1 - \frac{K 6 (t_{i-1} - i \Delta t)^{n-1}}{2^n (n+2) E r_i^{n-1}} \right) \end{aligned}$$

Из этой зависимости можно определить \tilde{r}_i . Тогда при известных нам значениях r_i и r_i по формуле (2.2) находим угол пружинения для каждого участка, а затем по (2.1) итоговые значения угла пружинения.

УДК 621.4

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ВЫБОРА ДИАГНОСТИЧЕСКИХ И ПРОГНОСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И МОДЕЛИ ТРЕНДЕВОГО АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ АВИАЦИОННОГО ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ ДТ-18Т НА ОСНОВЕ ПОЛЕТНОЙ ИНФОРМАЦИИ

© 2012 Зотин Н.А.

Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)

DEVELOPMENT OF DIAGNOSTIC AND PROGNOSTIC PARAMETERS SELECTION MODEL AND JET ENGINE DT-18T TREND ANALYSIS MODEL BUILD ON FLIGHT INFORMATION

© 2012 Zotin N.A.

Samara state aerospace university