

# ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БУМАЖНЫХ СОТОВЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ И СОТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*Иванов В.А.*

БГПА, г. Минск

Рассматриваются два метода изготовления слоистых сотовых плоских конструкций. Первый – поэлементный, включающий такие операции, как изготовление сотового среднего слоя из объемных срединок, подготовка наружных обшивок и стык среднего слоя с обшивками.

Сотовый средний слой, в зависимости от назначения конструкции, изготавливается в виде бумажного сотового заполнителя (БСЗ) или сотопласта (СП) [1].

Сотопакеты, растянутые в объемный сотовый заполнитель, пропитанные и полимеризованные в камере при температуре  $70^{\circ}\text{C}$  в течение 24 часов или при температуре  $120^{\circ}\text{C}$  за 4 часа, превращаются в сотопластовые блоки, имеющие объемную стабилизированную структуру [3]. Готовые сотопластовые блоки охлаждаются до нормальной температуры и подаются для разрезки на сотовые срединки.

Второй метод – комплексный, предусматривающий формирование сотового среднего слоя между обшивками с одновременной адгезией к ним.

Длительное время специалисты пользовались первым методом. Значительное внимание уделялось приемам изготовления БСЗ.

Известны следующие способы:

- стержневой (блочный),
- профилирования листов,
- формирования БСЗ на барабане или рамке с последующей растяжкой в объемный материал.

На ряде предприятий для изготовления БСЗ используется прессование. Полученные сотопакеты прессуются под давлением  $0,6\text{ МПа}$  в течение  $20\div 45$  минут. Плиты пресса нагреваются до  $120^{\circ}\text{C}$ . Однако часто эта операция не выполняется, что незамедлительно сказывается на качестве материала. Операция, связанная с термической обработкой сот  $\div$  закалкой, улучшает прочностные и упругие характеристики. Обе рассмотренные операции отсутствуют на Светлогорском ЦКК. Калибровка сотового среднего слоя по высоте ( $h_w$ ) может выполняться следующими способами.

Из сотопакета нарезаются сотодолки необходимой  $h_w$  и растягиваются в объемный материал (дольковая технология). При значительных габаритах среднего слоя, неравномерном растяжении иногда появляется “седло”, сопровождающееся отклонениями сотовых пластинок, образующих ячейки, от вертикали. “Седло”, нарушающее формо-стабильность структуры, затрудняет адгезию среднего слоя с обшивками и ухудшает его сдвиговую прочность. Кроме того, при дольковой технологии поверхности среднего слоя перед склеиванием с наружными обшивками необходимо зашкуривать с целью активации кромок сот. Другой прием калибровки заключается в растяжении сотопакета в объемный блок и пропуске его через “постав” (набор пильных рамок). При нарезке сотовых срединок в фиксированном

объемном состоянии кромки сот активны. Средний слой не требует подготовки поверхности (зашкуривания). Такой способ считается более рациональным.

Рассмотренные операции при изготовлении приемлемы для формирования среднего слоя необльших размеров в плане (до 1,5 x 1,8 м). При изготовлении сотовых панелей строительного назначения, имеющих значительные габариты (до 1,5 x 6 м), приходится прибегать к стыку отдельных сотовых заготовок, что сказывается на качестве конечной продукции, трудоемкости и стоимости.

Следующий аспект проблемы - растяжение сотового пакета или сотодольки. Усилие растяжения связано с упругостью бумаги, размером стороны ячейки ( $a$ ), толщиной стенки ( $t_w$ ), высотой сотового среднего слоя  $h_w$  [2].

При маленьком размере  $a$  (до 15 мм), при  $t_w$  более 0,1 мм и значительной величине  $h_w$  (более 80 мм) растяжение сотопакета или сотодольки в объемный элемент затруднено. В этом случае при обдуве сотодольки влажным острым паром бумажный материал становится более эластичным, что способствует лучшему растяжению структуры. Но в то же время сотодолька будет коробиться, что в дальнейшем вызовет необходимость зашкуривания для плотного прилегания к обшивке.

Способ нанесения клея на склеиваемые элементы существенно сказывается на стоимости панели. При изготовлении жидкого клея и его сплошном нанесении на всю площадь внутренних обшивок (с последующим втапливанием кромок-торцов БСЗ) расход клея будет максимальным.

Другой способ предусматривает нанесение клея с помощью клеенамазывающих вальцов на кромки-торцы бумажного сотового заполнителя с дальнейшим образованием галтелей. При этом обеспечивается механизированное нанесение клея, снижение расхода клея в 1,5 + 6 раз, снижение веса слоистых панелей на 200 ÷ 500 г/м<sup>2</sup> при сохранении требуемой прочности клеевого соединения.

Использование порошкообразного клея и нанесение его на кромки-торцы с последующим оплавлением наиболее эффективно. Автоматическая линия такого способа склеивания имеет посты нанесения клея, удаления его избытка и оплавления порошка. Суть технологии заключается в распылении клеевого порошка пульверизатором в электростатическом поле при электрическом напряжении 90 кВ. Расход клея на один погонный метр нижней поверхности кромок-торцов регулируется скоростью поступательного движения пульверизатора и количеством клея, распыляемого им за единицу времени. После нанесения клея сотовая срединка поступает в печь радиационного нагрева, где при температуре 50°С клей оплавляется. Температура оплавления выдерживается с высокой точностью. Бумажные сотовые срединки с оплавленным клеем готовы к склеиванию с обшивками или могут храниться в течении времени жизнеспособности клея. В последующем склеивание БСЗ с обшивками осуществляется с нагревом и под давлением.

При использовании второго метода изготовления слоистых панелей формирование сотового среднего слоя в срединке между обшивками, с одновременной адгезией к

ним, осуществляется с использованием резательной технологии. Этот метод позволяет избегать настывки сотового заполнителя и управлять прочностью и упругостью панели, ориентируя сотовые ячейки в плоскости и пространстве.

На всем протяжении изготовления сотовых конструкций должен осуществляться контроль качества неразрушающими методами. Например, при производстве сот необходим межоперационный контроль как самих материалов, так и выполняемых отдельных операций. Кроме того, в лабораторных условиях выборочно испытываются малые лабораторные образцы материалов, объемных сотовых заполнителей на различные виды напряженно-деформированного состояния с доведением их до разрушения.

Контроль готовых панелей осуществляется микрорадиоволновым методом с фиксированием параметров распространения и взаимодействия электромагнитных волн СВЧ-диапазона, который лежит в пределах  $10^{11}$  -  $10^{12}$  Гц, и построением фотодефектограммы.

Эффективен для контроля слоистых сотовых панелей импедансный метод с регистрацией величины акустического импеданса участка контролируемого изделия.

Предложения по изготовлению бумажного сотового заполнителя и сотовых конструкций.

1. При изготовлении бумажных сотовых заполнителей включать операции по прессованию и термической обработке сотопакетов.
2. Оптимизировать параметры сотовой структуры  $a$ ,  $t_w$ ,  $h_w$ .
3. Применять сотодольки, объемные сотовые срединки с активизированными кромками торцов сотовых ячеек.
4. При размещении сотовых срединок на обшивке, обращать внимание на возможное появление "седла". При значительном отклонении  $h_w$  от требуемого, сотовые срединки отбраковываются.
5. Рассмотреть варианты экономного расхода клея.
6. Разработать систему неразрушающего и частично разрушающего контроля качества сотовых материалов и конструкций.

### Литература

1. Иванов В.А. Технологии изготовления строительных конструкций на основе сотовых заполнителей (СЗ) и многослойного гофрокартона (МГК). Материалы Международной 51-ой научно-технической конференции, посвященной 75-летию Белорусской политехнической академии: в 8-ми ч. - Мн. БГПА, 1995, - ч.5: Секция "Теория расчета и строительные конструкции"-стр.47-48.
2. Иванов В.А. Характеристики бумажного сотового заполнителя // Архитектура и строительство Беларуси. - 1994. - №1. - стр. 9-10.
3. Иванов В.А. Строительные сотопласты в трехслойных конструкциях // Строительство и архитектура Белорусии. - 1974. - стр. 46-49.