

ИССЛЕДОВАНИЕ ИСХОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ БУМАЖНОГО СОТОВОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ

В. А. Иванов

Строительный факультет, БГПА

г. Минск, Беларусь

Рассмотрены сопротивления растяжению, модули упругости при растяжении и сдвиге бумаги, а также сформулированы требования к клеям для изготовления бумажного сотового заполнителя.

Ключевые слова. Бумажный сотовый заполнитель, бумага, прочность, модули упругости и сдвига, эксперимент, растяжение, клей.

1. ВВЕДЕНИЕ

Бумажный сотовый заполнитель (БСЗ) — целлюлозно-полимерный композиционный материал, качество которого зависит как от правильности выбора исходных компонентов (армирующего материала — бумаги, матрицы — полимеров, границы раздела), так и от последовательности и точности выполнения технологических операций. В стандартах на непропитанную оберточную бумагу, используемую для БСЗ на Светлогорском ЦКК, а также в «Технологическом регламенте по выпуску бумаги и картона Светлогорского ЦКК» не регламентируются модули упругости при растяжении (E_t), модуль сдвига (G), прочности при растяжении (R_t) бумаги.

В справочно-нормативной литературе не в полной мере определены механические характеристики клеев, требуемых для приготовления БСЗ.

Перечисленные характеристики необходимы для расчета сотовой структуры. Жесткость бумаги и прочность клеевых композиций оказывает влияние на процесс растяжения сотопакета или сотокольки, формирование сотовой струк-

туры. При повышенной жесткости бумаги, обусловленной значительной толщиной, при растяжении в углах ячеек появляются трещины и разрывы, бумага разрушается, качество БСЗ снижается.

В этой связи проведены кратковременные и длительные испытания бумаги, определены технические требования к клеям.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Испытывали образцы непропитанной оберточной бумаги марки Б в виде полосок размером $180 \times 15 \times t_w$ мм. Толщина бумаги $t_w = 0,25 - 0,3$ мм. Количество образцов в каждой выборке определялось по известной формуле [1] $n > C_v^2 t^2 / P^2$. Коэффициент вариации C_v принимался в пределах до 20 % в зависимости от напряженного состояния. При испытании учитывали требования стандартов по кондиционированию образцов (ГОСТ 13523-78), методам определения прочности на разрыв при растяжении материала (ГОСТ 13525.1-79*, ГОСТ 11262-80).

Кратковременные испытания проводили на разрывной машине РМБ-30-2М. Усилия фиксировали по шкале измерений пояса Б. Перемещения волокон замеряли на базе 100 мм катиомером типа К-6 с ценой деления 0,01 мм и по нониусу шкалы удлинения. Длительные испытания производили на действие растягивающих усилий в приборах Журкова. Строились диаграммы «напряжения — деформации», с помощью которых вычисляли модули упругости. Модули сдвига определялись по методике [2]. Результаты кратковременных испытаний представлены в таблице 1.

Нормативные характеристики равны округленным величинам нижней границы вычисленного доверительного интервала (при уровне надежности 0,95). Расчетные длительные характеристики определяли с учетом коэффициента надежности по материалу (γ_m) и коэффициента условий работы $m_{дл}$, учитывающего влияние длительности нагружения с переходом от прочности бумаги при кратковременных стандартных испытаниях к ее прочности в условиях длительно действующих постоянных и временных нагрузок. При значениях вариационного коэффициента в пределах 5,73-15,88 % коэффициент γ_m принят равным 1,25, а коэффициент $m_{дл}$ — 0,35. Длительные модули упругости и сдвига определялись умножением кратковременных на временной деформационный коэффициент, равный 0,8 (табл. 2).

Параметры рассеяния прочностных и деформационных характеристик бумаги

Механическая характеристика	Среднее значение, МПа	Экстремальные значения, МПа	Дисперсия, МПа	Вариационный коэффициент, %	Генеральные средние, МПа
σ_t	8,82	6,61-11,53	1,964	15,88	7,81-9,84
E_t	2896	2600-3140	27627	5,73	2775-3017
G	804	720-870	2128	6,72	770-838

Таблица 2

Нормативные и расчетные прочностные и деформационные характеристики бумаги для БСЗ

№№ пп	Наименование показателя	Величина показателя, МПа
1.	Сопротивление растяжению: нормативное R_{in} расчетное R_t	6,6 1,85
2.	Модуль упругости при растяжении: нормативный E_m расчетный E_t	2600 2080
3.	Модуль сдвига: нормативный G_n расчетный G	720 570

На основе анализа работы отечественных и зарубежных предприятий, занимающихся изготовлением БСЗ, исследований, проведенных автором, сформулированы следующие требования к клеям [3, 4, 5, 6, 7]:

1. Внешний вид — по ГОСТу, ТУ предприятия-изготовителя
2. Состояние поставки — жидкое
3. Химический состав исходных материалов — должен отвечать требованиям, предъявляемым Минздравом
4. Содержание свободного фенола, % — < 2—2,5
5. Содержание свободного формальдегида, % — < 0,8
6. Концентрация водородных ионов, рН среды — 7—8,5

7. Вязкость условная по вискозиметру ВЗ-1 (сопло 5,4) при 20°C, с	--- 40—60
8. Время желатинизации (гелеобразования) при 100°C, с	— 45—70
9. Смешиваемость смолы с водой при 20°C±1°C в соотношении по объему 1:2	— полная
10. Рабочая жизнеспособность клея при 20°C, ч	— 3—5
11. Сушка $t = 130^\circ\text{C}$, мин	— < 30
$t = 60^\circ\text{C}$, мин	— < 90
12. Давление при запрессовке 0,6 МПа, мин	— 20—45
13. Температура охлаждения, °C	— < 40
14. Полимеризация БСЗ после пропитки при: $t = 70^\circ\text{C}$, час	— < 24
$t = 120^\circ\text{C}$, час	— < 4
15. Расчетные сопротивления клевого соединения (определяются прочностью склеиваемых материалов):	
— равномерный отрыв R (σ), Н (кгс) (по ГОСТ 28966.1-91. Метод определения прочности при расслаивании)	— > 230 (23)
— сдвиг R (τ), Н (кгс) (по ГОСТ 28966.2-91. Метод определения прочности при отслаивании)	--- > 70 (7)
16. Расчетные физические характеристики клеев:	
— модуль нормальной упругости клея E клея в клеевом соединении (по ГОСТ 26454-85), МПа (кгс/см ²)	— > 20 (200)
— модуль сдвига G клея в клеевом соединении (по ГОСТ 25717-83), МПа (кгс/см ²)	--- > 6,6 (66)
— коэффициент Пуассона, μ	— 0,3
— коэффициент линейного расширения $\alpha \cdot 10^6$, 1/град	— < 63

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Жесткость, определяющая сопротивляемость бумаги деформациям должна повышаться не за счет толщины, а за счет увеличения модуля упругости. В этой связи рекомендуется для изготовления БСЗ использовать высококачественную гибкую бумагу $t_w = 0,08 - 0,12$ мм. При меньшей толщине она имеет более уплотненную структуру за счет увеличения сил связи между волокнами, более высокий модуль упругости. В то же время наносимые на бумагу по лосы клея не пропитывают ее насквозь.

2. Модули упругости, вводимые в стандарты, должны ориентировать производителя бумаги к улучшению ее качества.

3. При повышенной жесткости бумаги и значительной ее толщине использование температурно-влажностного размягчения сотового пакета или сотовой дольки всегда позволяет достигнуть равномерного растяжения и придания структур БСЗ правильной шестигранной формы. В этом случае проблема может быть частично решена за счет использования клеенаносящих роликов, имеющих фигурный профиль кольцевых выступов (рилевочных муфт), позволяющих при нанесении клея продавливать (рилевать) бумагу по кромкам клеевых полос. Рилевка облегчит последующее сгибание листа при растяжении.

Литература

1. Леонович И. И., Стрижевский В. А., Шумчик К. Ф. Испытание дорожно-строительных материалов.—Мн.: Выш. шк., 1991.— 233 с.
2. Пособие по физико-механическим характеристикам строительных пенопластов и сотовых листов.—М.: Стройиздат, 1977.—79 с.
3. Берсудский В. Е., Крысин В. Н., Лесных С. И. Технология изготовления сотовых авиационных конструкций.—М.: Машиностроение, 1975.—294 с.
4. Шунгский Б. Е. Строительные конструкции с сотовыми заполнителями.—М.: Стройиздат, 1977.—112 с.
5. Иванов В. А. Характеристики бумажного сотового заполнителя //Архитектура и строительство Беларуси.—1994, № 1.—с. 9-10.
6. Иванов В. А. Технологии изготовления строительных конструкций на основе сотовых заполнителей (СЗ) и многослойного гофрокартона (МГК) //Материалы Международной 51-й НТК БГПА. Тез. докл. конф.—Минск, 1995.—Часть 5.—с. 47-48.

7. Иванов В.А. Технология изготовления бумажных сотовых заполнителей и сотовых конструкций// Сб. Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров Республики Беларусь.—Брест: БПИ, 1997.—с. 53-55.