

УДК 629.7: 666.3

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СКЛЕИВАНИЯ СЭНДВИЧ-ПАНЕЛЕЙ НЕОРГАНИЧЕСКИМИ ПОЛИМЕРАМИ

© Зайцева А.М., Андрианова К.А.

*Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева –
КАИ, Институт авиации, наземного транспорта и энергетики, г. Казань, Российская
Федерация*

e-mail: sunnybunnyann@mail.ru

В последнее время использование клеев на основе геополимерных материалов находит широкое применение в различных отраслях промышленности. Это связано с тем, что они обладают рядом существенных достоинств: низкой плотностью, благодаря пористой структуре, высокой хим-, огне- и термостойкостью, а также экологичностью по сравнению с традиционными материалами [1]. Геополимеры могут быть использованы как в качестве замены бетона, так и для производства композиционных материалов на их основе.

Целью данной работы было изучение свойств геополимеров и оценка возможности применения алюмосиликатных связующих для склеивания сэндвич-панелей, а также разработка технологии их склеивания. Объектом исследования был выбран огнестойкий состав АлюТерм-1600.

На процесс вспенивания полимеров влияет большое количество факторов: их реологические свойства, поверхностное натяжение, наличие ПАВ, условия отверждения и т. д. В ходе исследований были рассмотрены основные из этих факторов. Реологические свойства алюмосиликатного клея АлюТерм-1600 были изучены с помощью ротационного динамического реометра HAAKE Rheostress 6000. Испытание проводилось в режиме осцилляции при постоянной температуре 25 °С и диапазоне частот 0,03-100 Гц в измерительной системе «плоскость-плоскость». Выявлена зависимость вязкости состава от частоты: при увеличении частоты вязкость алюмосиликата уменьшалась. Было проведено определение показателей поверхностного натяжения 10 и 20 % водных растворов алюмосиликатного вяжущего на танзиометре Lauda TD 3. Изучено влияние ПАВ на величину поверхностного натяжения 10 % раствора – 1 % ПАВ снижает поверхностное натяжение почти вдвое. Проведен ряд испытаний по отверждению огнестойкого алюмосиликатного клея с целью определения влияния различных режимов отверждения состава на конечные свойства материала и структуру пор. Были использованы режимы отверждения связующего с вариациями времени отверждения от 20 до 45 минут и температуры от 100 до 265 °С. Оценка пористости проводилась методом оптической микроскопии. Определены значения прочности на сжатие образцов, отвержденных при различных режимах, на универсальной измерительной машине Instron 5882. Выявлено влияние режима отверждения на прочность и структуру отвержденных пен. Были подобраны оптимальные режимы сушки (время и температура), отверждения и постотверждения алюмосиликатного вяжущего АлюТерм-1600 с целью получения мелкопористой структуры и высокой прочности вспененного клея. Проведен ряд экспериментов по склеиванию пластин как металлических, так и из неметаллических высокотемпературных материалов в условиях оптимального режима отверждения. Кроме того, была изучена химическая активность клея АлюТерм-1600 по отношению к материалам различного состава, составляющих основу сэндвич-панелей.

Были рассмотрены основные факторы, влияющие на процесс вспенивания и отверждения [2] геополимерного связующего АлюТерм-1600, а также математические модели процесса вспенивания полимеров и пенобетонов для проведения полного факторного эксперимента [3; 4]. Решено в качестве основополагающих факторов, влияющих на результат вспенивания, рассматривать поверхностное натяжение состава и температуру процесса отверждения, а в качестве материалов использовать высокотемпературный неорганический материал и вспенивающийся клей АлюТерм-1600.

Проведен ряд экспериментов по склеиванию пластин раствором алюмосиликатного вяжущего с добавлением ПАВ при различных режимах отверждения для оценки влияния поверхностного натяжения состава и температуры отверждения на результат вспенивания, адгезию получившейся пены к неорганическим пластинам и прочности конструкции в целом. Для оценки механических характеристик полученных сэндвич-конструкций были проведены испытания прочности на сдвиг. Результаты экспериментов были использованы для составления матрицы полного факторного эксперимента и построения математической модели процесса вспенивания алюмосиликатного вяжущего АлюТерм-1600 в зависимости от вышеперечисленных факторов.

Исходя из результатов проведенной работы, можно сделать вывод о том, что геополимеры, в частности алюмосиликатные вяжущие, могут быть использованы в качестве вспенивающегося конструкционного клея при изготовлении композиционных сэндвич-конструкций, к которым предъявляются требования повышенной теплостойкости.

В настоящее время поиск и создание новых композиционных материалов с уникальными свойствами представляют большой интерес для промышленности, в частности авиастроения. В данной работе исследованы основные свойства алюмосиликатного клея АлюТерм-1600, изучен процесс его вспенивания и проведено планирование эксперимента по созданию сэндвич-панели для дальнейшего производства огнеупорных и термостойких сэндвич-конструкций на основе высокотемпературных неорганических материалов и алюмосиликатного вяжущего.

Библиографический список

1. Sotelo-Pina C., Aguilera-Gonzalez E.N., Martinez-Luevanos A. Geopolymers: past, present, and future of low carbon footprint eco-materials: A review // Handbook of ecomaterials. Springer International Publishing, 2018. P. 1–21.
2. Kitnasamy D., Pasupathy K., Ramakrishnan S., & Sanjayan, J. (2020). Progress, current thinking and challenges in geopolymer foam concrete technology. Cement and Concrete Composites.
3. Сидоренко Ю.В. О подходах к задаче математического моделирования процессов структурообразования пенобетонов // Моделирование. Теория, методы и средства: материалы 5-й Международной научно-практической конференции. Новочеркасск: Изд-во ЮРГТУ (НПИ), 2005. Ч. 1. С. 33–39.
4. Кротов В.В. Обобщенные уравнения синерезиса // Коллоидный журнал. 1984. Т. 4. С. 14.