

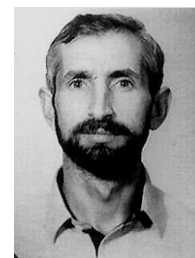
УДК 676.2.036

Л.Ю. Фокина, В.К. Дубовый, Г.И. Чижов

Фокина Любовь Юрьевна родилась в 1977 г., окончила в 1999 г. С.-Петербургскую государственную лесотехническую академию, аспирант.



Дубовый Владимир Клементьевич окончил в 1991 г. Ленинградскую лесотехническую академию, кандидат технических наук, старший научный сотрудник кафедры целлюлозно-бумажного производства С.-Петербургской государственной лесотехнической академии. Имеет около 30 печатных работ в области технологии бумаги и картона.



Чижов Георгий Иванович родился в 1942 г., окончил в 1967 г. Ленинградскую лесотехническую академию, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии бумаги и картона С.-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров. Имеет более 100 печатных работ в области технологии бумаги и картона.



**УПРОЧНЕНИЕ БУМАГОПОДОБНЫХ КОМПОЗИТОВ
НА ОСНОВЕ СТЕКЛЯННЫХ ВОЛОКОН
С ПОМОЩЬЮ ПОЛИГИДРОКСОКОМПЛЕКСОВ АЛЮМИНИЯ**

Проанализировано влияние расходов неорганического и органического связующих и волокон хлопковой целлюлозы на прочностные и деформационные характеристики стекловолоконных материалов пониженной массы.

бумагоподобные композиты, стеклянные волокна, алюминий, полигидроксокомплексы.

В настоящее время высок интерес к бумагоподобным композитам на основе минеральных волокон. Это объясняется тем, что минеральные волокна обладают рядом уникальных свойств, которые не характерны для растительных волокон. Поэтому бумагоподобные композиты находят применение в условиях, исключающих всякую возможность использования традиционных видов бумаги и картона.

Особое место среди бумагоподобных композитов занимают стекловолоконные материалы, характеризующиеся негорючестью, химической стойкостью, относительно высокой прочностью, сравнительно малой объемной массой, прекрасными оптическими, электро-, тепло- и звукоизоляционными свойствами, устойчивостью к биологическому воздействию. Эти материалы находят все большее применение в химической и электротехнической промышленности, строительстве, машиностроении и других отраслях народного хозяйства.

Стекланные волокна имеют относительно высокую удельную поверхность и покрыты монослоем гидроксильных групп [1]. Однако силы межволоконного взаимодействия в этих материалах очень малы, что вызывает необходимость введения связующих веществ в их композицию.

Исследования влияния соединений алюминия на прочностные свойства бумаги, проведенные ранее в С.-Петербургской лесотехнической академии на кафедре ЦБП, выявили и теоретически обосновали способность полигидроксикомплексов алюминия к координационному взаимодействию с гидроксильными группами целлюлозы. Они показали перспективность использования продуктов гидролиза соединений алюминия, т.е. полигидроксикомплексов алюминия, в качестве связующих минеральных волокон [2–4].

Это послужило основанием для создания стекловолоконных материалов с пониженной массой 1 м^2 , которые упрочнены с помощью полигидроксикомплексов, осажденных, в нашем случае, из сульфата алюминия $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Кроме того, для повышения механической прочности композита использовали в первом случае поливинилспиртовые (ПВС) волокна, во втором – волокна хлопковой целлюлозы.

В ходе первого эксперимента были изготовлены двухкомпонентные бумагоподобные композиты на основе стекланных волокон (диаметр 0,2 и 0,6 мкм, соотношение 1:1). Массу 1 м^2 образцов варьировали в пределах от 20 до 100 г. Связующие агенты вводили в следующих количествах: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ – 10 ... 30 % от массы волокон в пересчете на Al_2O_3 ; ПВС – 0 ... 5 % от массы волокон.

Отлив производили на листоотливном аппарате ЛА-М69 при pH 7–8, сушку – на сушильном цилиндре при температуре 110 ... 115 °С.

Далее на разрывной машине INSTRON были определены прочностные и деформационные характеристики полученных стекловолоконных материалов: предел прочности на разрыв, разрывная длина, начальный модуль упругости. На рис. 1 представлены зависимости предела прочности на разрыв и модуля упругости от расхода неорганического ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) и органического (ПВС) связующих при массе 1 м^2 образцов 20, 60 и 100 г. Графики построены для минимального и максимального расходов органического связующего, а также для расхода, соответствующего максимальной величине изучаемых показателей (если этот максимум не совпадает с минимальным или максимальным расходом органического связующего).

Анализ графиков рис. 1 привел к ряду интересных выводов. Во-первых, по мере увеличения массы 1 м^2 образцов расход волокон ПВС,

обеспечивающий максимальные значения предела прочности на разрыв, последовательно снижается с 3,5 % при массе 1 м² образцов 20 г до 1,5 % – при 100 г.

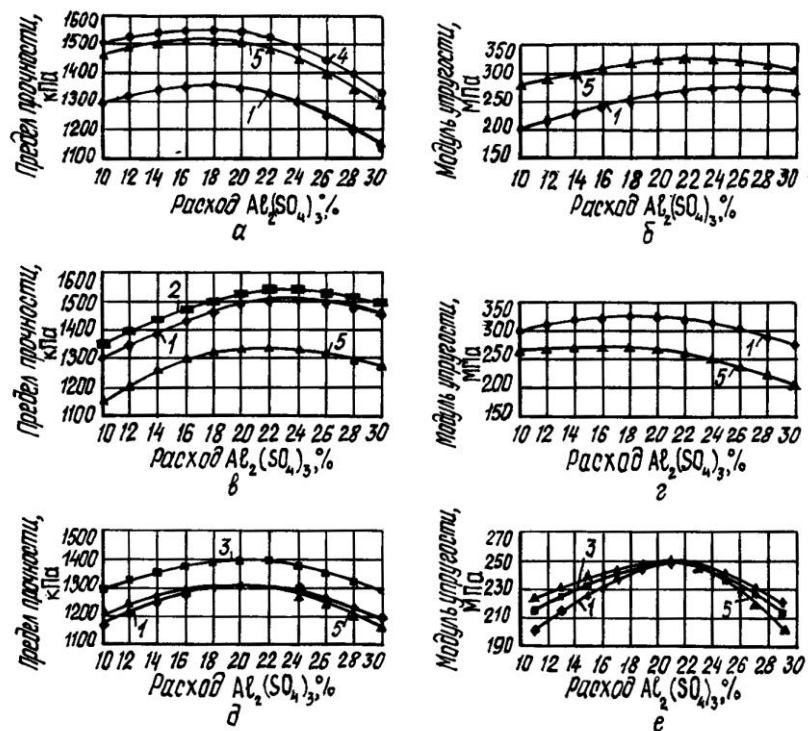


Рис. 1. Влияние расходов $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ и волокон ПВС на предел прочности (а, в, д) и модуль упругости (б, г, е) стекловолоконного материала с различной массой 1 м²: а, б – 20; в, г – 60; д, е – 100 г; 1 – 0 % ПВС; 2 – 1,5; 3 – 2,5; 4 – 3,5; 5 – 5,0 % ПВС

Во-вторых, с ростом массы 1 м² образцов максимум значений предела прочности последовательно сдвигается в область повышенных расходов $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$: для отливок с массой 20, 60 и 100 г он соответственно отмечен при расходе сульфата алюминия 17, 20 и 23 %.

Не менее отчетливо проявляется влияние повышенных расходов волокон ПВС на модуль упругости стекловолоконного бумагоподобного композита по мере увеличения массы 1 м² образцов. Так, для образцов массой 20 г максимум модуля упругости наблюдается при 5,0 %-м расходе волокон ПВС, у материала массой 60 г этот показатель уже мало зависит от расхода добавки. При массе 1 м² материала 100 г любая добавка волокон ПВС приводит к снижению модуля упругости.

Кроме того, в отличие от предела прочности на разрыв, максимумы достигаемых значений модуля упругости с увеличением массы 1 м² материала закономерно смещаются в область пониженных расходов $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

Однако в целом, варьируя расходы связующих в исследуемом диапазоне, можно добиться примерно одинаковых значений предела прочности на разрыв и начального модуля упругости у материалов, значительно отличающихся по массе 1 м^2 .

Помимо вышеописанного материала был создан бумагоподобный композит на основе стеклянных волокон (диаметр 0,2 и 0,6 мкм, соотношение 1:1) массой 7,3 г. Снижение массы 1 м^2 с 20 до 7,3 г было достигнуто за счет введения в композицию волокон хлопковой целлюлозы со степенью помола 76 °ШР в количестве 2,5; 5,0; 7,5 и 10,0 % от массы стеклянных волокон. В качестве связующего агента использовали только $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ в количестве 30 % от массы стеклянных волокон в пересчете на Al_2O_3 .

Как и в предыдущем случае, на разрывной машине INSTRON были определены прочностные и деформационные характеристики полученных бумагоподобных композитов: предел прочности на разрыв, разрывная длина, начальный модуль упругости. Зависимости предела прочности на разрыв и модуля упругости от расхода волокон хлопковой целлюлозы представлены на рис. 2.

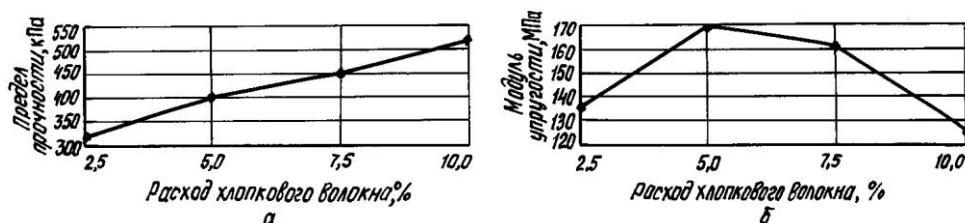


Рис. 2. Влияние расхода волокон хлопковой целлюлозы на предел прочности (а) и модуль упругости (б) стекловолоконного материала (масса $1 \text{ м}^2 - 7,3 \text{ г}$)

Сравнение графиков а и б рис. 2 показывает, что в характере изменения исследуемых показателей имеются существенные различия. Предел прочности на разрыв, зависящий в основном от суммарной энергии межволоконного взаимодействия в композите, при увеличении расхода хлопковой целлюлозы возрастает практически по закону прямой линии, так как энергия межволоконного взаимодействия у волокон хлопковой целлюлозы гораздо выше, чем у стеклянных волокон.

Начальный модуль упругости, достигающий максимума при 5 %-м расходе хлопковой целлюлозы, весьма чувствителен к изменениям структуры материала. Поэтому можно предположить, что изменения модуля упругости, отражаемые графиком б рис. 2, связаны не только и не столько с изменением энергии межволоконного взаимодействия в изучаемом образце, а, прежде всего, с изменениями его структуры.

Полученные стекловолоконные композиты могут быть использованы в качестве термостойких облицовочных и изоляционных материалов, в

том числе, для облицовки трубопроводов, предназначенных для перекачки жидкостей в химической промышленности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Асланова М.* Стекланные волокна. – М.: Химия, 1979.
2. *Чижов Г.И., Бодрова В.М.* Влияние повышенных расходов соединений алюминия на механическую прочность бумаги из хлопковой целлюлозы // Химия и технология бумаги: Межвуз. сб. науч. тр. – Л.: ЛТА, 1974. – Вып. II. – С. 20–28.
3. *Чижов Г.И., Бодрова В.М.* Исследование механизма взаимодействия соединений алюминия с целлюлозными волокнами // Химия и технология древесины, целлюлозы и бумаги: Межвуз. сб. науч. тр. – Л.: ЛТА, 1974. – Вып. II. – С. 30–34.
4. *Чижов Г.И., Иванов С.Н., Фляте Д.М.* О механизме взаимодействия соединений алюминия с целлюлозными волокнами // Химия и технология целлюлозы: Межвуз. сб. науч. тр. – Л.: ЛТА, 1975. – Вып. II. – С. 93–100.

С.-Петербургская государственная лесотехническая академия
С.-Петербургский государственный
технологический университет
растительных полимеров

Поступила 07.03.02

L.Yu. Fokina, V.K. Dubovy, G.N. Chizhov

Strengthening of Paper-similar Composites on Glass Fiber Base by Polyhydrocomplexes of Aluminium

The influence of consumption for inorganic and organic binding agents as well as cotton pulp fibrous on strength and deformation properties of fiberglass materials of reduced mass has been analyzed.