УДК 675.8:533.9

Модификация отходов кожевенно-меховой промышленности в потоке неравновесной низкотемпературной плазмы пониженного давления

А.Р. Залялова, Л.Р. Джанбекова

ФГБОУ ВПО «КНИТУ», г. Казань

В настоящее время все большее внимание уделяется экономному и рациональному использованию сырья. Около 50 % отходов кожевенно-меховой промышленности (краевые участки шкур, сырьевая стружка) не используются, а вывозятся как мусор, хотя переработка их во многих случаях могла бы стать базой для новых направлений отраслей народного хозяйства.

В связи с этим, актуальной проблемой является расширение области применения коллагенсодержащих отходов, в том числе, использование хромой стружки в строительной промышленности для производства отделочных и вспомогательных материалов. Основными компонентами строительных материалов на базе отходов производств легкой промышленности являются измельченные коллагенсодержащие отходы, смешанные с полимерным связующим и, в случае необходимости, специальными добавками. Компоненты смешивают между собой и спрессовывают. Полученные пластины обладают хорошими тепло-, звукоизоляционными свойствами, однако главным недостатком являются их невысокие прочностные характеристики.

Для улучшения прочностных характеристик необходима направленная модификация свойств готовых материалов на базе коллагенсодержащих отходов или предварительная модификация образующих эти материалы компонентов. В настоящее время все большее применение для модификации материалов различной физической природы находит неравновесная низкотемпературная плазма пониженного давления (НТП). Такая разновидность плазменной обработки является одной из ключевых технологий, позволяющей создавать материалы с заданными характеристиками. Плазменная обработка позволяет изменять эксплуатационные свойства объекта, не меняя при этом химического состава и структуры материала. Эффект воздействия низкотемпературной плазмы определяется химической природой, строением обрабатываемого материала и параметрами плазмы [1].

В качестве компонентов для изготовления образцов для производства строительных материалов на базе отходов производств кожевенно-меховой промышленности применяются измельченные коллагенсодержащие отходы, смешанные с полимерным связующим – поливинилацетатом ПВА. Компоненты смешивают между собой и спрессовывают. Этот принцип получения материала был взят за основу при проведении эксперимента.

На первом этапе работы сухая кожевенная стружка смешивалась с водной дисперсией поливинилацетата (ПВА) различной концентрации. Дисперсия ПВА характеризуется морозоустойчивостью, высокой проклеивающей способностью, а входящий в ее состав дибутилфталат придает дисперсии пластифицирующие свойства. Время сушки образцов 24 часа.

Однородность образцов достигается при использовании дисперсии ПВА концентрации 78-5%. Образцы хорошо сохраняют форму, представляют собой единое целое, не крошатся при механическом воздействии. При использовании дисперсии ПВА меньшей концентрации, наблюдается уменьшение формоустойчивости образцов, их прочность значительно снижается.

Установлено, при использовании сухой кожевенной стружки целесообразно использовать 12,5 % раствор дисперсии ПВА, поскольку повышение концентрации приведут к значительному перерасходу ПВА (в перерасчете на сухой остаток связующего), а снижение концентрации не позволит получить материал с хорошими физико-механическими свойствами.

В этой связи представлялось целесообразным провести плазменную модификацию хромовой стружки с целью повышения ее гидрофильности и снижения концентрации ПВА.

При проведении исследований влияния НТП на исследуемые объекты (кожевенная стружка, полимерное связующее) в качестве косвенного критерия влияния плазмы на изменение свойств материалов рассматривали изменение степени гидрофильности поверхности хромовой стружки, характеризующейся временем впитывания поверхностью капли дистиллированной воды.

Повышение намокаемости коллагенсодержащей хромовой стружки объясняется тем, что обработка с помощью ННТП приводит к изменению ее структуры. Изменение пористости исследуемых образцов после обработки свидетельствуют об изменениях плотности материала.

Под воздействием ННТП структура образцов становится менее компактной, наблюдается расщепление и разделение волокон на продольные элементы (пучки, фибриллы), происходит увеличение внешней поверхности волокна, повышается сцепление волокон между собой (способность волокон склеиваться друг с другом). Увеличение степени водопоглощения и набухания кожевенной стружки связано с происходящим под действием ионов плазменного потока перераспределением межволоконного пространства. Поверхности соседних волокон, приобретающие в процессе плазменного воздействия одноименные заряды, отталкиваются, происходит ослабление межмолекулярных связей, что облегчает доступ воды или рабочих растворов к волокнам стружки.

На основании экспериментально полученных режимов обработки [2], приводящих к значительным изменениям степени гидрофильности коллагенсодержащих отходов, установлено, что наилучших результатов удается достичь при модификации волокнистых компонентов в следующих режимах: *P* = 26,6 Па, *G* = 0,04 г/с, плазмообразующий газ аргон, время обработки коллагенсодержащих материалов в течение *tобр* = 5 мин, мощность разряда *Wр*= 1,8 кВт.

Дальнейшая обработка образцов с помощью НТП в течение *tобр* = 7-10 мин приводит к снижению значений намокаемости хромовой стружки. При этом значения *∆Н* остаются более высокими по сравнению с аналогичными значениями у контрольных образцов.

Таким образом, плазменное воздействие на коллагенсодержащую стружку за счет ее объемной модификации в найденном режиме (плазмообразующий газ-аргон, время обработки 5 мин, расход плазмообразующего газа 0,04 г/с и 0,06 г/с, давление в рабочей камере 26,6 Па, мощность разряда 1,8 кВт) приводит к возрастанию степени гидрофильности, что в последствии может оказывать существенное влияние на физико-механические и эксплуатационные свойства строительного материала.

Исходя из предложения об увеличении степени гидрофильности образцов под воздействием ННТП, на следующем этапе исследований проведена модификация образцов сухой кожевенной стружки в установленном режиме. Затем обработанные плазмой образцы смешивались с водной дисперсией ПВА. При этом рассматривались концентрации клеевой составляющей, при которых необработанная стружка не давала положительного результата.

Использование модифицированной коллагенсодержащей стружки позволяет снизить концентрацию связующего до 1 % без ухудшения физико-механических характеристик образцов. Образцы с содержанием ПВА концентрации 0,5 % также обладают более высокой стойкостью к механическому воздействию по сравнению с контрольными образцами, однако не достигают необходимой прочности. При этом максимального результата (сокращение расхода ПВА на 24, 4% по сравнению с контрольными образцами) удается достичь при обработке стружки в режимах с расходом плазмообразующего газа 0,06 г/с.

Эксперименты показали, что качество совместимости кожевенной стружки и клеевой составляющей зависит от степени гидрофильности компонентов. В связи с этим представлялось целесообразным провести предварительное смачивание коллагенсодержащей стружки в дистиллированной воде в течение 2 часов с последующим смешиванием ее с дисперсией ПВА. Из полученных результатов следует, что использование предварительно увлажненной стружки позволяет получить материал с хорошей формоустойчивостью и удовлетворительными прочностными характеристиками. При этом наблюдается значительное сокращение расхода связующего.

Образцы, полученные при использовании ПВА с концентрацией 2,5% и ниже, как и в случае сухой стружки, хрупкие и рассыпаются при наложении на них механической нагрузки. Этого удалось избежать, используя в качестве волокнистой компоненты кожевенную стружку, предварительно модифицированную в потоке НТП в найденном ранее режиме при G=0,04 г/с и выдержанную в течение 2 часов в дистиллированной воде. Образцы, полученные при использовании модифицированной влажной хромовой стружки, менее хрупкие, и для их изготовления необходимо меньшее количество дисперсии ПВА.

Установлено, что в результате воздействия неравновесной низкотемпературной плазмы пониженного давления в объеме материалов происходит перераспределение связанных электрических разрядов, что приводит на макроскопическом уровне - к изменению пористости, выравниванию механических свойств по различным направлениям, изменению физических свойств материала.

Таким образом, в результате воздействия НТП происходит изменение физических свойств материала, приводящие к увеличению механической прочности.

Литература

1. Абдуллин И.Ш. Высокочастотная плазменно-струйная обработка материалов при пониженных давлениях / И.Ш. Абдуллин, В.С. Желтухин, Н.Ф. Кашапов // Теория и практика применения. - Казань: Издательство Казанского университета, 2000.

2. Джанбекова Л.Р. Исследование изменения впитывающей способности технических картонов под воздействием плазмы пониженного давления // Вестник Казанского технологического университета.- 2010. -№ 11-С. 559-561.