

DECREASING THE ENVIRONMENT INFLUENCE ON COMPOSITE MATERIALS

УМЕНЬШЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

К.т.н. проф. Кобец А., к.т.н. доц. Деркач А., аспирант Макаренко Д., инж. Шаповал А., к.т.н. доц. Кабат О
Инженерно-технологический факультет – Днепрпетровский государственный аграрно-экономический университет, Украина
e-mail: derkach_dsau@i.ua, fly-makd@yandex.ua

Abstract: *It is found that the presence of moisture in samples of the carbon plastics based on PA-6 resulted in a slight decrease in compressive strength σ and the elastic modulus E at 5.64% and 14.67% respectively. A method is proposed for heat treatment of finished parts allows to reduce water absorption up to 40 % compared to the benchmark. In addition, the proposed measures allow to reduce the influence of the environment (moisture) on parts made of composite materials.*

KEYWORDS: COMPOSITE MATERIALS, MOISTURE ABSORPTION, SOWING MACHINES, CARBON FIBER

1. Вступление

Украина – одна из крупнейших аграрных стран Европы и мира. В соответствии с программой «Зерно Украины-2015», разработанной научными учреждениями Национальной академии аграрных наук Украины совместно со структурными подразделениями Министерства аграрной политики и продовольствия Украины, предусматривается увеличение производства зерна в государстве в 2015-2017 до 71-80 млн. т. Выполнение задач Программы планируется за счет использования последних достижений научно-технического прогресса в сельскохозяйственной отрасли.

Основными сельскохозяйственными предприятиями в Украине являются хозяйства с площадью более 3000 га [1] и они занимают 39,1 % от общих посевных площадей. Большинство таких предприятий используют широкозахватную, высокопроизводительную и надежную сельскохозяйственную технику, способную в сжатые агротехнические сроки выполнить все необходимые технологические операции на значительной площади. Одной из основных технологических операций при выращивании любой культуры является посев или посадка.

2. Постановка проблемы

В Украине выпускаются посевные машины Агро-Союз Turbosem II 19-60, MD 19-40, FM 3090 с шириной захвата от 7,6 до 11,4 м. Производительность вышеупомянутых машин колеблется от 4 до 12 га/час. Такие показатели обеспечиваются достаточно сложной конструкцией посевных секций, состоящей из системы параллелограммов, рычагов, систем копирования поверхности почвы и т.д. Основным недостатком таких машин является их трудоемкая система технического обслуживания (ТО), что приводит к длительным простоям и снижению темпа работ. Причина – постоянная потребность металлических подшипников скольжения и втулок в смазке и невозможность обеспечивать работоспособность соединений при наличии пыли и абразива. Опыт внедрения полимерных композитных материалов (ПКМ) конструкционного назначения показывает, что решение этой проблемы возможно [2, 3, 4].

Нами разработана и внедрена технология модернизации шарнирных узлов подвижных соединений посевного комплекса «Агро-Союз Turbosem II 19-60» углепластиками (УП) на основе алифатических полиамидов (ПА) [5]. Применение ПКМ позволило уменьшить затраты труда при техническом обслуживании на 25 %, а темп работ повысить до 10 % при качественном выполнении всех агротехнических требований и регламентов. Модернизированный посевной комплекс обеспечил посев на площади 9179,5 га [6]. При этом ТО на протяжении этого периода не проводилось. В серийной же машине согласно регламента [7] необходимо было бы провести 22 остановки на ТО. То есть, периодичность ТО подвижных

соединений системы копирования как минимум увеличена в 22 раза за счет применения УП.

После завершения работ испытуемый посевной комплекс установлен на длительное хранение на площадке под открытым небом. При снятии с хранения зазоры в узлах трения были меньше номинальных, что связано с изменением геометрических размеров деталей из УП под действием влаги.

Поэтому, внедрение деталей, изготовленных из УП на основе ПА, требует проведения дополнительных исследований по определению влияния окружающей среды (как минимум, влаги в атмосфере) на их свойства.

Известно, что основным недостатком УП на основе алифатических и ароматических ПА является их гигроскопичность [8]. В соответствии с ГОСТ-7751-2009 посевная техника при длительном хранении должна устанавливаться на открытых площадках или под навесами. В соответствии с этими требованиями является обязательным нанесение защитных покрытий. Требования к межсезонному хранению не позволяют полностью предотвратить воздействие влаги на составные части посевных машин.

Поэтому целью работы является исследование влияния влагопоглощения УП марки УПА-6-30 на его физико-механические свойства, и разработка мер уменьшения воздействия влаги на свойства данного УП.

3. Решение проблемы

Наиболее чувствительной характеристикой УП на основе ПА на содержание влаги в материале является ударная вязкость. Избыток влаги устраняется с помощью сушки исходного материала – гранул – в сушильных термошкафах. Оптимальный режим сушки обоснован в [2]. Известны исследования характеристик ароматических [8] и алифатических [2] ПА. При этом остается нерешенной проблема защиты деталей из алифатических ПА от воздействия окружающей среды во время эксплуатации в узлах трения.

Для проведения исследований методом литья под давлением изготовлены образцы (\varnothing 10 и h 15 мм) на стандартной вертикально-гидравлической литьевой машине ПЛ-32. Оптимальный режим изготовления обоснованный в [2, 3].

Общее количество изготовленных образцов – 20 шт. Через 48 часов после изготовления 10 образцов были полностью помещены в воду на 24 часа. Другая группа (10 образцов, эталон) хранились на воздухе при комнатных условиях, как предполагает реальная технология хранения техники.

Через 72 часа после изготовления, проведены испытания прочностных свойств образцов на разрывной гидравлической машине FP 100/1 по методике:

- шкала нагрузки – 20 кН;
- скорость движения траверсы – 0,207 мм/мин;
- скорость движения диаграммной ленты – 10 мм/мин.

Результаты испытаний (табл. 1) показали, что наличие влаги в образцах приводит к незначительному уменьшению предела прочности при сжатии σ и модуля упругости E на 5,64 % и 14,67 % соответственно. Однако, уменьшение этих показателей может привести к нарушениям в работе деталей, снижению выдержки пиковых нагрузок.

Таблица 1: Изменение показателей образцов

№ п/п	Показатель	Эталонные	Выдержанные в воде
1	σ , МПа	134,7	127,1
2	E , МПа	1883,1	1606,9

Для более полной оценки характеристик материала проведены испытания трибологических свойств на машине трения СМЦ-2 в режиме:

- линейная скорость скольжения – 0,785 м/с;
- контртело – диск, изготовленный из стали 45, термообработанный до твердости 42...45 HRC, шероховатостью $R_a = 0,32$ мкм, диаметр 0,05 м;
- удельное давление на образец – 1,0 МПа.

Результаты исследований показали, что коэффициенты трения исследуемых образцов отличаются незначительно и в обоих случаях составляют 0,22...0,24.

Исходя из приведенных результатов, можно утверждать о незначительном ухудшении физико-механических свойств материала при контакте с водой. Тем не менее, при проектировании машин необходимо учитывать влияние окружающей среды на свойства деталей, изготовленных из алифатических ПА и УП на их основе.

Для предотвращения возможной проблемы целесообразно проводить термическую обработку готовых деталей из УП в маслах [2]. Для устранения возможности накопления влаги в детали из УП, осуществляли термообработку в маслах МС-20, ПФМС, И-40.

Режим термической обработки:

- температура – 120 °С;
- режим нагрева и охлаждения – 1 °С/мин;
- время обработки – 120 мин.

Сразу после этого определяли влагопоглощение термически обработанных и эталонных (без термической обработки) деталей по ГОСТ 4650-80.

Проведенные исследования показали (табл. 2, рис. 1) значительное уменьшение влагопоглощения обработанных образцов по сравнению с эталоном – 0,39 % и 0,65 % масс. соответственно. Изменение массы экспериментальных и эталонных образцов в течение 7 суток составила 0,1 % и 0,29 % соответственно.

Таблица 2: Средние показатели исследования влагопоглощения КМ

№ п/п	Среда	Масса, г					Влагопоглощение за ГОСТ, %	Остаточная влага через 7 суток после проведения исследований, %	
		Перед термообработкой	После термообработки	Разница	После сушки	После выдержки в воде			
1	Эталон	12,74	-	-	12,71	12,79	0,65	0,36	
2	120 °С, 120 мин	МС-20	12,75	12,75	0,00	12,74	12,79	0,39	0,31
3		ПФМС	12,75	12,75	0,01	12,73	12,79	0,41	0,30
4		И-40	12,74	12,74	0,00	12,72	12,77	0,39	0,29

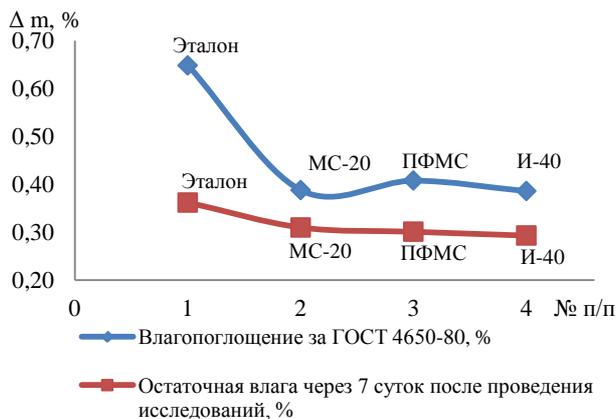


Рис. 1: Зависимость влагопоглощения углепластика УПА-6-30 от среды термической обработки

4. Заключение

Доказано, что применение в узлах трения посевных комплексов полимерных композитных материалов конструкционного назначения – углепластиков – позволяют снизить трудоемкость общего технического обслуживания на 25 %, а темп посевных работ повысить на 10 %, тем самым создать благоприятные условия к увеличению урожайности с.-х. культур.

Установлено, что наличие влаги в образцах из УП на основе ПА-6 приводит к незначительному уменьшению

предела прочности при сжатии σ и модуля упругости E на 5,64 % и 14,67 % соответственно.

Предложен метод термической обработки готовых деталей позволяет уменьшить влагопоглощение УП на 40 % в сравнении с эталоном. Кроме того, предложенные меры позволяют уменьшить влияние окружающей среды (влаги) на детали из КМ, а именно изменение массы деталей при контакте с водой не превышает на 0,1 %.

Указанные мероприятия позволят эффективно использовать углепластики в конструкции посевных комплексов и обеспечить ранее недостижимые характеристики модернизированных машин типа «Агро-Союз Turbosem II 19-60 (48)» и других, укомплектованных монодисковыми и дисково-анкерными сошниками.

5. Литература

1. Рослинництво України 2013, стат. збірник / За редакцією Н.С. Власенко. – К.: Державна служба статистики України, 2014. – 180 с.
2. Деркач О.Д. Обґрунтування параметрів обертових елементів робочих органів зернозбиральних комбайнів: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.05.11 / Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя – Тернопіль, 2006. – 20с.
3. Деркач О.Д., Буря О.І. Підвищення технічного рівня електро-, автомобільного транспорту та сільськогосподарської техніки за рахунок використання нових матеріалів. Наукові рекомендації: Дніпропетровськ: ДДАУ. – 2011. – 71 с.
4. Деркач О.Д. До питання створення широкозахватних посівних комплексів з підвищеним ресурсом рухомих з'єднань

/Деркач О.Д., Науменко М.М., Макаренко Д.О. [та ін.] Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Випуск, 159 «Технічний сервіс машин для рослинництва». – Х.: Віровець А.П. «Апостроф», 2015. – 234 с., с. 185-191 с.

5. Пат. 94776 Україна, МПК (2014.01) A01C 7/00, A01F 12/00. Посівний комплекс [Текст] / Хорішко В.Д, Прокаєв С.Ф., Шаповал О.М., Деркач О.Д.; – № u 2014 07634 ; заявл. 07.07.14 ; опубл. 25.11.14, Бюл. № 22. – 4 с.

6. Derkach A. The use of carbon plastics in wide-sowing machines / A. Derkach, D. Makarenko, N. Naumenko // Agricultural machinery. – 2015. V. 1. – P. 82-85. <http://www.agrimachinery.net/proceedings.html>.

7. Инструкция по эксплуатации и технического обслуживания сеялки Агро-Союз

8. Саморядов А.В. Исследование усталостной выносливости стеклонаполненных полиамидов / Саморядов А.В., Сигейкин Г.И., Кацевман М.Л. // Пластические массы – 2013. - № 1, - с. 19-23.

9. Буря О.І. Дослідження термостійкості композитів на основі фенілону та гібридного наповнювача / О.І. Буря, О.Ю. Кузнецова, І.Т. Тихонов [та ін.] // Вісник Чернігівського державного технологічного університету. Серія «Технічні науки». – 2012. – № 1 (55). – с. 59-67.