УДК 631.311(675.017)-77.021

Оптимизация состава ремонтной абразивостойкой дисперсно-упрочненной эпоксидной композиции с песчаным наполнителем по адгезионной прочности

Д-р техн. наук А. М. МИХАЛЬЧЕНКОВ (ГОСНИТИ, Брянский ф-л МГУПС (МИИТ)), канд. физ.-мат. наук В. Ф. КОМОГОРЦЕВ, инж-ры Ю. И. ФИЛИН (Брянский ГАУ, rock2032@rambler.ru), М. А. МИХАЛЬЧЕНКОВА (ГОСНИТИ)

Аннотация. Показано, что при выполнении работ по восстановлению деталей, эксплуатируемых в абразивной среде, наиболее эффективен по адгезионной прочности состав, содержащий 60—70 массовых частей (мас. ч.) природного песка и 30—40 мас. ч. эпоксидного клея.

Ключевые слова: восстановление, эпоксидный клей, природный песок, абразивостойкий композит, адгезионная прочность, почвообрабатывающие машины.

Optimization of formulation of repair abrasion-resistant dispersion-strengthened epoxy composition with sand filler on the adhesion strength

A. M. MIKHALCHENKOV (All-Russian Research Institute of Repair and Maintenance of Machine and Tractor Fleet, Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Bryansk branch), V. F. KOMOGORTSEV, Yu. I. FILIN (Bryansk State Agrarian University, rock2032@rambler.ru), M. A. MIKHALCHENKOVA (All-Russian Research Institute of Repair and Maintenance of Machine and Tractor Fleet)

Summary. It is shown that when performing work on the restoration of parts operating in abrasive environment, the formulation containing 60—70 pts. wt. of natural sand and 30—40 pts. wt. of epoxy adhesive is the most effective in terms of adhesion strength.

Keywords: restoration, epoxy adhesive, natural sand, abrasion-resistant composite, adhesion strength, tilling machines.

Абразивостойкие полимерные покрытия на основе эпоксидной смолы нашли широкое распространение в основном в строительной отрасли в качестве защитных покрытий полов и плиток [1]. Информация же об их применении в ремонтном производстве в качестве упрочняющих покрытий и материалов для восстановления конструкционных элементов машин ограничивается сведениями о заделке трещин в корпусных деталях, например блоках цилиндров двигателей внутреннего сгорания [2].

Между тем последние разработки ГОСНИТИ [3] в области создания противоабразивных дисперсно-упрочненных композитов на основе эпоксидной матрицы, наполненной песком природного происхождения, показали широкие перспективы ис-

Окончание статьи В. Г. Черникова и др. Начало см. на стр. 37

В дальнейших работах будут рассмотрены силы, действующие на стебли в процессе формирования рулона.

Выводы

1. Плотность стеблей льна в каждом слое рулона представляет собой функцию двух переменных — радиуса r слоя стеблей льна и времени t его образования.

2. Плотность наружных слоев возрастает быстрее, чем плотность внутренних, поэтому равномерное вначале распределение плотности с течением времени все более нарушается.

3. Мощность N на привод рабочих органов и перемещение ленты льна в прессовальной камере переменного объема возрастает как с увеличением диаметра рулона $D_р$, так и при обмотке рулона шпагатом. Особенно заметно увеличение мощности в конце образования рулона (N = 8,6 кВт) и при его обмотке (N = 16,9 кВт).

Литература и источники

1. **Толстушко Н. О., Хайлис Г. А.** Анализ процесса поступления стеблей в прессовальную камеру пресс-подборщика // Сельскохозяйственные машины: Сб. науч. статей. — Луцк, 2003.

2. **Хайлис Г. А.** и др. Льноуборочные машины. — М.: Машиностроение, 1985.

3. **Черников В. Г.** и др. Исследование аппарата с жесткими пальцами для подбора льна // Сельскохозяйственные машины и технологии. — 2011, № 2.

4. **Диденко Н. Ф., Черников В. Г.** Уборка лубяных культур // Машиностроение. Энциклопедия. Т. IV-16. Сельскохозяйственные машины и оборудование. — М.: Машиностроение, 1998.

5. **Особов В. И.** Механическая технология кормов. — М.: Колос, 2009.

6. **Черников В. Г.** Исследование параметров расстилочного устройства и мощности для перемещения стеблей // Сельскохозяйственные машины и технологии. — 2015, № 1.

пользования таких материалов для упрочняющего восстановления элементов машин, подвергающихся интенсивному абразивному изнашиванию. Прежде всего к таким элементам относятся рабочие органы строительных, дорожных машин, а также детали почвообрабатывающих с.-х. орудий [4].

Однако исследования по оптимизации состава данных веществ нельзя считать завершенными. Так, остается неизученным вопрос о влиянии количественного соотношения k компонентов композитных составов (эпоксидной составляющей и кварцевого песка определенной дисперсности) на адгезионную прочность τ_c системы "композит — металлическая поверхность". В связи с этим поставлена серия экспериментов по определению зависимости τ_c от концентрации компонентов.

При проведении испытаний использовался композит, состоящий из эпоксидного клея (100 мас. ч. эпоксидно-диановой смолы ЭД-20, 10 мас. ч. отвердителя полиэтиленполиамина) и наполнителя — природного кварцевого песка. Изучалась адгезионная прочность шести композитов следующего состава (эпоксидный клей/песчаный наполнитель, мас. ч.): 10/90; 30/70; 40/60; 50/50; 60/40 и 70/30.

Дисперсность песчаного компонента, оцениваемая эффективным диаметром $d_э$ частиц песка, рассматривалась в четырех вариантах: $d_э$ = 0,1; 0,25; 0,5 и 1 мм, что укладывается в определение песка как почвенной составляющей [5]. Причем пески с указанными дисперсностями использовались при изготовлении каждого состава. Таким образом, испытывались шесть композитов с разной концентрацией компонентов. Суммарное число исследуемых веществ с учетом наполнителей разной дисперсности — 24 варианта. Для сравнения в экспериментах использовался клеящий эпоксидный состав без наполнителей. Перед приготовлением испытуемой композиции песок просушивался и разделялся на фракции в соответствии с принятыми размерами ситовым методом.

Определение сдвигающих напряжений, характеризующих адгезионную прочность, проводилось путем продавливания сформированного во внутренней полости металлической матрицы композита после его отвер-

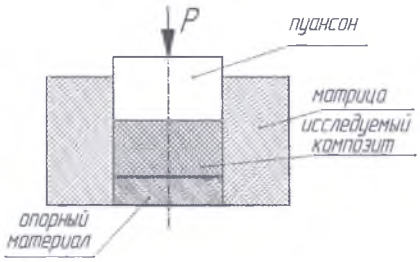

Рис. 1. Схема устройства для проведения испытаний

ждения (рис. 1). Опорный материал (можно использовать пластилин) удаляется после полной полимеризации композита. Размеры матрицы должны обеспечивать отсутствие пластической деформации при силовом воздействии на сформированный образец. Пуансон и полость формирования композита притирались вручную с целью устранения перекосов. Поверхность контакта матрицы обрабатывалась растворителем для удаления заметных следов загрязнений. Шероховатость поверхности матрицы, контактирующей с композитом, примерно соответствовала шероховатости наиболее распространенных деталей почвообрабатывающих машин. Общая площадь взаимодействия композита с материалом матрицы была достаточной для всесторонней и полной реализации адгезионных процессов.

Каждое значение на графике (рис. 2) соответствует среднему из пяти измерений.

Эксперимент проводился на разрывной машине МИ-20 УМТ, оснащенной ПЭВМ, что позволяет в определенной мере автоматизировать процесс исследований и непосредственно наблюдать за ходом эксперимента на мониторе. Напряжение сдвига, которое характеризует прочность сцепления эпоксидно-песчаной композиции с металлической подложкой, определяется путем деления сдвигающей нагрузки P на площадь сечения контактирующей поверхности (в рассматриваемом случае — на площадь цилиндра).

Полученные экспериментальные данные, представленные в виде графических зависимостей (см. рис. 2), указывают на однотипный и сложный характер изменения адгезионной прочности независимо от дисперсности песчаного наполнителя.

Как следует из рис. 2, композитный состав имеет значительную адгезионную прочность и при полном отсутствии песчаного наполнителя, т. е. при k = 0 мас. ч. Эта прочность обеспечивается химическими и физическими свойствами самого эпоксидного клея, взаимодействующего с металлической основой. Увеличение концентрации песка до k = 30...40 мас. ч. приводит не к увеличению, а к уменьшению адгезионной прочности эпоксидно-песчаного композита при всех дисперсностях песчаного компонента. Видимо, наличие даже незначительной доли песка в композите приводит к нарушению структуры клеевой массы и препятствует проявлению адгезионных свойств этой массы.

Вместе с тем песчаной массы в композите еще не достаточно, чтобы стало заметным трение песчинок о металлическую основу, которое вносит положительный вклад в рост адгезионной прочности композита. Но когда количество песка увеличива-

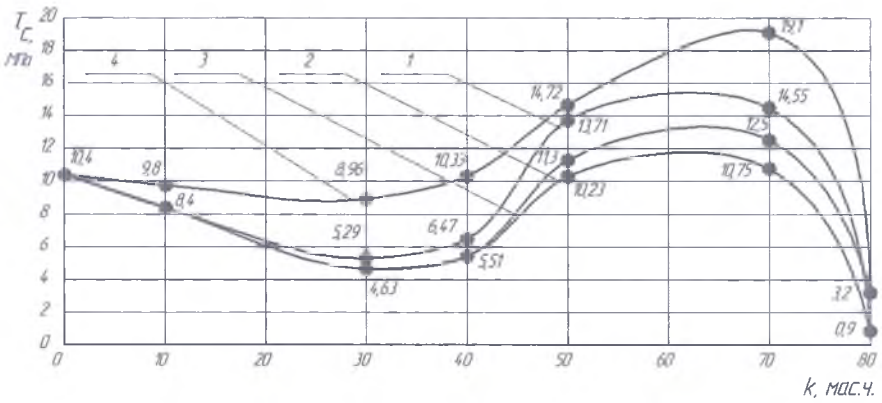

Рис. 2. Зависимость величины касательных напряжений сдвига τ_c от концентрации k, мас. ч., песка в композите при дисперсностях:

1 — 0,1 мм; 2 — 0,25 мм; *3* — 0,5 мм; *4* — 1 мм (цифры возле точек — значения сдвигающих напряжений)