

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫБОРА СОСТАВА СТОЙКИХ ФРИКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ СУХОГО ТРЕНИЯ

Юсубов Ф.Ф. Email: Yusubov1136@scientifictext.ru

Юсубов Фикрет Фахраддин - аспирант,
кафедра механики,

Азербайджанской государственной университет нефти и промышленности, г. Баку, Азербайджанская Республика

Аннотация: выбор материалов из условия повышения надежности и эффективности в узлах трения является одной из важных задач. Выявлено, что для удовлетворения возрастающих потребностей, используя различные добавки, можно целенаправленно добиться нужных изменений. В исследовании представлена сравнительная роль выбора состава фрикционного материала в условиях трения. Для выявления различий проанализированы области взаимного воздействия компонентов образцов, изготовленных по одинаковой методике. Установлены определенные результаты. Согласно проведенному анализу выявлена роль изменения физико-механических показателей в трении и разьедания материалов. Полученные результаты гарантируют решение некоторых экологических вопросов новых материалов.

Ключевые слова: неметаллические компоненты, раздробление, концентрация, перемешивание, согревание, прессование, плотность, твердость, крепость, коэффициент трения, разьедание, термическое разложение.

THE COMPARATIVE INVESTIGATION OF COMPOSITION SELECTION ROLE IN THE PRODUCTION OF DURABLE MATERIALS UNDER DRY FRICTION CONDITIONS

Yusubov F.F

Yusubov Fikrat Fakhraddin - PhD Student,
MECHANICAL DEPARTMENT,

AZERBAIJAN STATE OIL AND INDUSTRIAL UNIVERSITY, BAKU, REPUBLIC OF AZERBAIJAN

Abstract: with the aim to improve reability and stability of friction units, material selection is playing key role. It proven that with the addition of reinforcing and modifiers material properties can be changed. In this paper material selection role has been investigated comperatively. To determine difference beetwen components and their behaviour at different stages same methodical approach used for all sample materials and results has been analyzed accordingly. The infulence of friction and wear performance on pyhsical-mechanical properties has been studied. The results which is acquired from experiments will be help solve environmental issues by developing new materials.

Keywords: non-metallic components, grinding, concentration, mixing, heating, pressing, density, hardness, strength, friction coefficient, corrosion, thermal decomposition.

УДК: 621.891: 622.67

Предисловие:

Выполняя триботехнические требования, с экономической точки зрения, для изготовления более устойчивых фрикционных материалов, одним из основных методов считается изготовление композиционных материалов.

В настоящее время, изготовление в промышленности различными добавками матричных полимерных композитов с волокнами и различными модификаторами считается главным направлением и развитие современных технологий [1]. Выполнение требований, поставленных в изготовлении фрикционных материалов и для приобретения целесообразных результатов, кроме техники изготовления самого материала, выбор соответствующего состава не имеет значения. Но для изготовления и выбора фрикционных материалов, заранее, в запланированном порядке невозможно прогнозировать. Получение необходимых результатов возможно путем изучения изменений различных показателей средств изготовленных материалов и физико-химических свойства в процессе трения-разьедания. Изменив концентрацию некоторых компонентов, входящих в состав изготавливаемого материала, возможно наблюдение изменения свойств материала и этим сможем узнать определенное мнение о воздействии составных частей.

Одним из требований к фрикционным материалам, развитие мер, направленных к устранению недостатков, связанных с теплом. Так как тепло снижает коэффициент трения, и изменяет механические свойства, и учитывая его воздействие на стабильность свойства других материалов, можно увидеть большую роль энергии тепла в фрикционных материалах. Для режима тяжести при долговременном

согревании сохранение эксплуатационных свойств является основным требованием к теплоустойчивости. Не нужно забывать, что снижение или увеличение коэффициента трения происходит, именно за счет изменений, создавшихся в связи с температурой, и в зависимости от состава пары материала при различных эксплуатационных условиях. Согревание до высокой температуры поверхности трения в материалах, работающих в условиях сухого трения, открыв путь изменениям в условиях трения, начинает ослаблять трение.

До конца цикла торможения получение высоких значений коэффициента трения и дополнительно во время всего рабочего ресурса пары номинальное значение не более $\pm 15\%$ являются факторами повышающие стабильность процесса торможения [2]. Учитывая перечисленные факторы, проведен выбор материала и отмечен в таблице 1. Для сравнения изготовлены и применены образцы нескольких материалов, состоящих из массовых с различными компонентами, но, с одинаковым составом.

Выбор материала:

Для правильной оценки объекта и получения более точных результатов, хотя большое количество обеспечивающих параметров направлено на получение лучших результатов, иногда параметры, определенные в такой форме не является удовлетворительными. Только выборы, предлагающие вероятные и с малой вероятностью обобщающие варианты облегчает процесс нахождения выбора материала. Для определенного случая при выборе материалов, используя сведения в литературе запросов компоненты, входящие в состав определяются так: барит, фенол-формальдегид, стеклянные волокна, кремний-оксид, графит и модификаторы разных свойствах.

Таблица 1. Количество в процентах компонентов, используемых в изготовлении фрикционных материалов

Компоненты	Образец (А)	Образец (В)	Образец (С)
Барит	30%	18%	10%
Фенолформальдегид	20%	25%	35%
Стекловолокно	10%	15%	5%
Диоксид кремния	30%	15%	23%
Графит	5%	7%	12%
Модификаторы	5%	20%	15%

Для изучения отличительных свойств материалов, указанное процентное количество методика и условия изготовления для всех трех образцов одинаковые. При выборе, наряду с показателями устойчивости к теплу, разъеданию и разложению, должна учитываться их роль в составе композиции. Использование как наполнитель, или строительный агент, барит по химической стабильности и дешевой цене широко применяется в изготовлении сырого материала, в фрикционных узлах буровых сооружений и особенно, в тормозных механизмах. Наполнители, обычно используются для улучшения какого-либо определенного свойства, или просто как инертный наполнитель. С экономической точки зрения, из-за производительности в разработанных образцах барит использован как наполнитель пространства [3, 4, 5]. Высокомолекулярный синтетический фенол-формальдегид по термическим показателям с успехом применяются в оборудовании, наблюдаемых с теплом. Как наполнитель включен в состав материала для устойчивости ударам, повышения параметров стабильности с точки зрения размера и трудносгораемости. Учитывая другие качества, имеет свойства хорошего смешивания с другими различными составными компонентами и является элементом, часто встречающимся в изготовлении фрикционных материалов.

Но имеются и недостатки: так как является рассыпчатыми и имеет вредное воздействие на человеческий организм в некоторых случаях, его применение не приемлемо [6]. В изготовленном образце использована модифицированная форма фенола-формальдегида типа резол. Механические показатели в полученном новом феноле-формальдегиде относительно увеличены и достигнуто снижение показателей вреда.

Высокая относительность поверхностного слоя стеклянного волокна, используемого как новый синтетический материал, заслужил качество высокой крепости и по этим свойствам стеклянные волокна с успехом применяются в авиационных, железнодорожных транспортах. Возможности модификации свойств с различными крепителями получил широкий размах в использовании в промышленности. В композиционных материалах с использованием стеклянных волокон наблюдаются стабильные,

термические, электропроводные и противокоррозионные показатели. Несмотря, что перечисленные показатели с небольшими отличиями относятся ко всем видам стеклянных волокон, устойчивость ударам, значения модуля эластичности и значения плотности более доступные и поэтому использованы в выборе материалов [7, 8].

В настоящее время природный кремний-диоксид, обладающий плотностью 1300-1500кг/м³, используется в различных целях в промышленности, особенно в области электроники. Кремний-диоксид, показывающий высокую температурную стабильность 1500⁰С – 1600⁰С и температуру плавления 1700⁰С обладает благоприятными механическими показателями, свойствами высокой электропроводности. Аморфный кремний-диоксид, обладающий кристаллической структурой, в зависимости от nanoизмерителей, формы и концентрации является вредным для человеческого организма и поэтому трению при выборе состава преимущество дано кремний-диоксид (0.2 микронов в виде пыли), не имеющий кристаллическую структуру превосходит при выборе состава [9].

Положительная черта графита, это устойчивость высоким химическим воздействиям, хорошее антифрикционное качество и не изменение свойств при высоких температурах (200-2000⁰С). Недостатки состоят в том, что впускаемый частный груз не может превышать 30-40 кг/м³. Обладает высокой рассыпчатостью, не выносит тяжесть удара и также теряет устойчивость к разъеданию при уменьшении масла на нем. Из-за хорошей теплопроводности и электропроводности в композиционных материалах используется малое количество графита [10]. Аморфный графит, состоящий из природного графита и углерода, часто встречающийся в промышленности обладает высокой температурой плавления и кроме того, из-за повышения сопротивления скольжения, в выборе медного графита. Медный графит (<50 микронов в виде пыли), устранив данный недостаток, улучшает трение.

Кроме того проведенные испытания показали, что в nanoизмерителях при сравнении медного графита с чистым графитом в значениях теплоемкости серьезные отличия не наблюдаются. Но установлено что в первом материала теплопроводность более высокая [11]. По перечисленным качествам при выборе материалов медный графит считается целесообразным.

Эксперимент:

При изготовлении образцов, на основании компонентов, указанных в таблице 1, использованы такие технологические процессы как пропорциональное смешивание сырья, прессование в колодке и изоляционное крепление. Все это служит для устранения коэффициента трения, разъедания, трещин и в то же время повышения долговечия. Материалы в виде волокон после раздробления вместе с мелкими зернистыми материалами пропускается через валик и смешивается. Сначала в течение 30-40 минут при температуре 100-150⁰С, под давлением 20-35 кПа прессуется. Далее в течение 1 часа за счет уплотнения изделия для создания монолитности подвергается прессовке под горячим прессом под тем же давлением. С целью крепости и твердости, сплав снимается с сосуда в электрической печи в течение 1-2 часов при температуре 140-160⁰С подвергается сухой изолированной вулканизации.

В связи с повышением температуры для изучения изменений в материалах, утере массы пользуется термогравиметрической установкой (TGA, Q50). Для точного измерения все испытания осуществляются одинаковыми испытательными условиями. Образцы размещены в сосуд из металла платина и при измерении доведены до нуля. При испытаниях использован чистый азот (60 мл/мин) как инертный газ. В испытаниях использована форма в виде пыли во всех трех образцах (20 мг). Образцы нагревают в течение 30 минут с частотой 10⁰С, до 900⁰С.

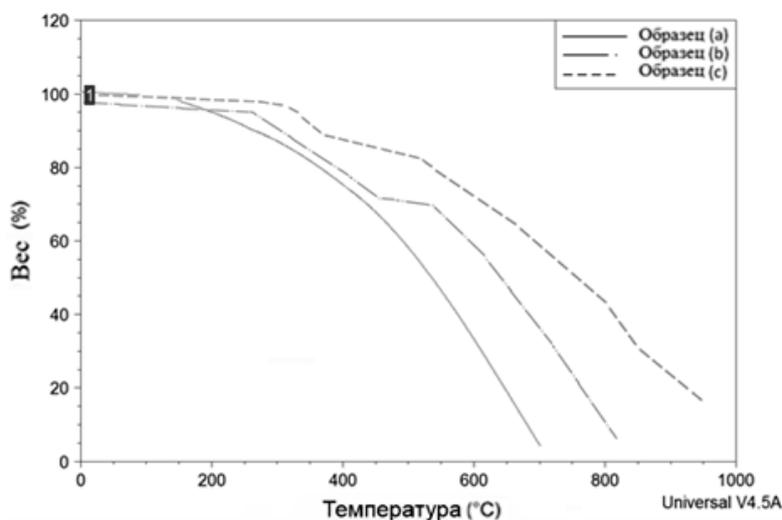


Рис. 1. Термогравиметрические кривизны образцов

Коэффициент трения определен на трибометре. Для определения крепости использован метод Бринеля. Измерен при воздействии на поверхность тяжести стального шара весом 500 кг диаметром 10 мм в течение 30 секунд. Для определения плотности использован метод пикнометра.

Результаты и обсуждения:

Испытания показали, что в материале с высоким процентом массы барита (А) наблюдаются фрикционные колебания в широком масштабе и на контактирующих поверхностях трения обнаружены определенные следы повреждения. Хотя материал (С) наряду с гладкой поверхностью получил стабильные значения коэффициента трения. При проведении испытаний трения и разъедания выявлены действия барита на трение и разъедание. В образцах с высоким количеством барита средний коэффициент трения был понижен. Возрастающая температура в образцах со многим баритом действовала на стабильность трения. Кроме того обнаружено, что степень разъедания в материалах (А) высокая и раньше подвергается разложению, но это можно связать с действием кремния-диоксида. Если учесть, что степень разъедания в материалах, по отдельности состоящих из барита и кремния-диоксида не высока, а наоборот повышена, тогда высокая интенсивность разъедания в материале (А) можно принять это как воздействие свойства, созданного с двумя компонентами вместе.

Таблица 2. Показатели физико-механических качеств образцов

Показатели	Образец (А)	Образец (В)	Образец (С)
Коэффициент трения	0,25	0,36	0,20
Степень разъедания	40%	24%	32%
Утеря массы 900 ^o С	90%	85%	60%
Твердость(НВ10/500/30)	21	29	24
Плотность (кг/м ³)	2142	2075	2103
Термическое разложение	185 ^o С	290 ^o С	301 ^o С

В образцах с большим количеством кремния-диоксида показатели твердости были сравнительно высокие. По результатам видно, что плотность материалов, состоящих большинства из кремния-диоксида тоже были высока. Кроме того, приложение отметило воздействие дополнения кремния-диоксида на механические свойства. Сравнительно со значением твердости в материале (С) были очень низки, одной из причин является именно кремний-диоксид. Самое низкое значение трения было в материале (С). Множество количество графита сыграл большую роль в снижении коэффициента трения. С таблицы 2 видно, что изменение процентом массы графита отражается на изменении коэффициента трения в материалах. Но большой коэффициент трения в материале (В) происходит за счет модификаторов с фрикционными и укрепительными свойствами. В материале (А) с большим кремнием-диоксидом термическое разложение произошло раньше, но из-за множества модификаторов, выполняющих роль укрепления в материале (В) разложение произошло позже. При исследованиях обнаружено, что уменьшается утеря веса стеклянного волокна. Однако, невозможно определить этого различия в связи с отличием изготовленных составов во всех трех образцах.

Результат:

Для получения композиционного материала устойчивого трению изготовленные материалы сначала приведены в состояние пыли, повержены к горячей прессовке и использованы материалы с различными массовыми соотношениями в составе каждого образца. С помощью установок, определяющих испытаний, связанных с трением и термогравиметрическими анализами и другие механико-физические свойства, определены закономерности составных материалов. Изучены степень воздействия на свойства материала, процессы трения-разъедания барита, фенол-формальдегида, стекловолотно, кремния-диоксида, графита и модификаторов. Выявлены воздействия анализируемых материалов в установлении состава новых фрикционных материалов, изготавливаемых на основании полученных результатов. Исследование открывает путь к получению фрикционных материалов без асбеста и имеет большое значение в улучшении экологии окружающей среды.

Примечание:

Автор выражает глубокую благодарность доценту Гулиеву Агали кафедры «Машиностроения и материаловедения» Азербайджанского государственного университета нефти и промышленности за ценные советы о материалах и выборе материалов, а также за поддержку при проведении исследований.

Список литературы / References

1. *Naveed Anjum S.L., Ajit Prasad, B. Suresha.* Role of Silicon Dioxide Filler on Mechanical and Dry Sliding Wear Behaviour of Glass-Epoxy Composites// *Advances in Tribology*, Hindawi Publishing Corporation, 2013. P. 1-10. [Electronic resource]. URL: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/324952>, <https://www.hindawi.com/journals/at/2013/324952/> (date of access: 13.06.2017).
2. *Mustafayev S.M., Qasimov S.Ə.* *Tribotexniki Materialşünaslıq.* Bakı, 2004. Səh. 95-100.
3. Hong Zhou, Mengmeng Wang, Hao Ding and Gaoxiang D., Preparation and Characterization of Barite/TiO₂ Composite Particles // *Advances in Materials Science and Engineering*, Hindawi Publishing Corporation, 2015. P. 1-10. [Electronic resource]. URL: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/878594>, <https://www.hindawi.com/journals/amse/2015/878594/> (date of access: 13.06.2017).
4. *Kim S.J., Cho M.H., Basch R.H., Fash J.W., Jang H.* Tribological Properties of Polymer Composites Containing Barite (BaSO₄) or Potassium Titanate (K₂O·6(TiO₂)) // *Tribology Letters*, Volume 17. Issue 3, 2004. P. 655–661.
5. Banu Sugözü, Behcet Dağhan. Effect of BaSO₄ on Tribological Properties of Brake Friction Materials // *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*. Vol. 5. Special Issue 12, 2016. P. 30-34.
6. *Sridhar B.S., Raji George, Saurav Jain, Chandrakanth K.* Synthesis of Phenol Formaldehyde And Friction Materials Reinforced Brake Liner Material // *Proceedings of 4th IRF International Conference 06th, 2014*. P. 73-76.
7. *Kostikov V.I.* *Fibre Science and Technology* // Chapman & Hall, 1995. P. 15-87.
8. *El-Tayeb N.S., Gadelrab R.M.* Friction and Wear Properties of E-glass Fiber Reinforced Epoxy Composites Under Different Sliding Contact Conditions // *Wear* Vol. 192. Issues 1–2, 1996. P. 112-117 [Electronic resource]. URL: [http://dx.doi.org/10.1016/0043-1648\(95\)06770-1](http://dx.doi.org/10.1016/0043-1648(95)06770-1) (date of access: 13.06.2017).
9. *Понов К.Н.* *Материаловедение для каменщиков, монтажников конструкций* // Учебное пособие - Москва: Высшая школа, 1986. С. 70-80.
10. *Крагельский И.В., Виноградова И.Э., Коэффициенты трения* // М.: Машгиз, 1962. С. 206-209.
11. *Kovacik Jaroslav, Emmer Stefan, Bielek Jozef.* Thermal Properties Of Cu-Graphite Composites // *Kovove Materialy*. 42, 2004. P. 365-374.