



А. А. Ищенко /д. т. н./
ГВУЗ «Приазовский государственный
технический университет»



Е. В. Дашко
ГВУЗ «Приазовский государственный
технический университет»

Исследование абразивоустойчивых характеристик полимерного материала, применяемого при ремонтах перекачивающего оборудования

В статье приведены результаты исследования износостойкости полимерных материалов, которые применяются для восстановления и защиты деталей перекачивающего оборудования от абразивного, кавитационного и коррозионного воздействий. Предложены наполнители, которые вводятся в состав полимера и позволяют повысить его сопротивление износу. Разработан оптимальный состав защитного покрытия корпусов насосов, перекачивающих абразивные среды. (Ил. 4. Табл. 1. Библиогр.: 1 назв.).

Ключевые слова: насос, полимерный материал, абразивный износ, защитное покрытие, наполнитель, корунд

The results of the study of endurance of polymeric materials, which are used to restore and protect the details of the pumping equipment from an abrasive, corrosion and cavitation effects are given in the article. Proposed fillers are introduced into the polymer and enhance its wear resistance. The optimal composition of the protective coating pump housings pumping abrasive fluids are developed.

Key words: pump, polymer material, abrasive wear, protective coating, filler, corundum

Специфика металлургического производства и, прежде всего, экстремальные условия эксплуатации насосного оборудования в ходе технологических процессов предъявляют самые жесткие требования к надёжности их работы. К наиболее существенным негативным условиям, влияющим на износ перекачивающего оборудования, следует отнести перекачку агрессивных, вязких, высокотемпературных, абразивосодержащих сред; воздействие повышенной вибрации и удары; сильную запыленность рудной и коксовой пылью; высокий перепад температур от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ и более, непрерывный производственный цикл.

В связи с этим корпусные детали перекачивающего оборудования, в частности шламовых насосов, нуждаются в нанесении различных защитных или восстанавливающих покрытий, когда происходит их выход из строя по причине износа вплоть до сквозных отверстий. Необходимость осуществления мероприятий по защите от названных видов износа диктуется тем об-

стоятельством, что стоимость нового оборудования высока, и поэтому защита перекачивающего оборудования является важной проблемой, имеющей большое значение для промышленности.

Для исследования защитных покрытий на износостойкость существует достаточно большое количество разнообразных устройств, однако в одном случае их использование требует длительного времени для проведения испытаний, в другом случае – слишком сложно, чтобы быть изготовленными в условиях учебной лаборатории. Поэтому для натурных испытаний износостойкости разработанных покрытий в Приазовском государственном техническом университете (ДВНЗ «ПГТУ») была создана лабораторная установка для исследований, показанная на рис. 1.

Она позволила осуществить моделирование среды, которая воздействует на корпуса шламовых насосов во время их работы. Такой процесс был осуществлён в водной среде с добавлением

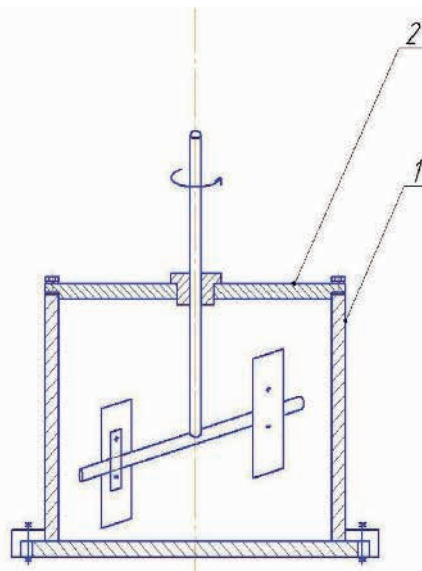


Рис. 1. Лабораторная установка исследования абразивного износа

различных материалов: гранулированного шлака, корунда фракцией 2 мм, кварцевого песка. Предварительные эксперименты позволили установить, что внесение в водную среду объёмом 2,5 л приблизительно 5 кг корунда фракцией 2,0 мм дает наибольший эффект изнашивания металлических поверхностей. При этом с целью сохранения условий изнашивания после 2 циклов испытаний (4 часа работы) производилась замена 25 % изнашивающего наполнителя, т. е. 1,3 кг на новую порцию.

Установка состояла из корпуса (1), имитирующего корпус насоса с наглухо закрытой крышкой (2), в центре которой было просверлено отверстие. В это отверстие вставлялся миксер, хвостовик которого закреплялся в патроне сверлильного станка со следующими техническими характеристиками:

$$P_{\text{дв}} = 0,25 \text{ кВт};$$

$$n_{\text{дв}} = 1400 \text{ об/мин};$$

$$i = 3,14.$$

Корпус установки диаметром $\varnothing 200$ мм с толщиной стенки 10 мм закреплялся на станине сверлильного станка болтами и герметизировался резиновым уплотнением, установленным под крышку. Конструкция сверлильного станка позволяла ступенчато регулировать скорость вращения миксера в пределах 445–1400 об/мин. Испытуемые пластины с полимерным слоем закреплялись непосредственно на специально изготовленном смесителе под углом 45° в плоскости, перпендикулярной оси вращения. Предварительно эксперименты показали, что такое расположение дает наилучший результат по интенсивности изнашивания.

В качестве полимерного материала, который испытывался на износ, применялся отечественный материал на полиуретановой основе ДК2,

изготовленный по ТУ У24.3-02070812-002:2014, разработанным на кафедре Механического оборудования заводов черной металлургии ДВНЗ «ПГТУ» со следующими общими техническими характеристиками:

- плотность материала, г/см³ 1,55
- время отвердевания при $t = 20^\circ\text{C}$, час 24
- термостойкость, $^\circ\text{C}$ $-20^\circ \div +90^\circ$
- время выработки при $t = 0^\circ\text{C}$, мин 40

В качестве наполнителей, которые должны были способствовать увеличению износостойкости полимерной композиции, применялись следующие материалы: кварцевый песок, керамический порошок MF-50, корунд фракцией 2,0 и 0,2 мм, порошок твёрдого сплава фракцией до 0,2 мм. Причем количество полимера и наполнителя выбиралось в различных соотношениях с целью поиска оптимального состава, имеющего стойкость к износу.

Через каждый час испытаний проводились замеры износа, по потере массы образца. Для каждого процентного отношения наполнителей готовилось и использовалось по 4 образца. Поскольку абсолютным фактором, определяющим истинное уменьшение толщины полимерного покрытия с учётом удельного веса смеси, является объёмный износ, то был осуществлён пересчёт потерянной массы образца в усреднённый объёмный показатель износа, представленный в табл. 1.

$$V = \frac{m}{\rho}, \text{ см}^3, \quad (1)$$

где V – объёмная величина износа материала, см³; m – масса изношенного материала, г; ρ – плотность защитного покрытия, см³/г.

Результаты такого пересчёта представлены в табл. 1.

Результаты определения среднего значения экспериментальных величин объёмного износа

Состав	Удельный вес ρ , г/см ³	Усреднённый объёмный показатель износа $\Delta_{ср}$, см ³ (за 1 час работы)	Усреднённый объёмный показатель износа $\Sigma \Delta_{ср}$, см ³ (за 2 часа работы)
0 % – фракция 0,2 мм 0 % – фракция 2 мм	1,5	0,302	0,633
40 % – фракция 0,2 мм 40 % – фракция 2 мм	1,637	0,513	1,112
80 % – фракция 0,2 мм 80 % – фракция 2 мм	1,697	0,336	0,772
0 % – фракция 0,2 мм 40 % – фракция 2 мм	1,596	0,307	0,733
40 % – фракция 0,2 мм 80 % – фракция 2 мм	1,679	0,244	0,475
80 % – фракция 0,2 мм 0 % – фракция 2 мм	1,620	0,54	1,068
0 % – фракция 0,2 мм 80 % – фракция 2 мм	1,655	0,245	0,489
40 % – фракция 0,2 мм 0 % – фракция 2 мм	1,575	0,372	0,749
80 % – фракция 0,2 мм 40 % – фракция 2 мм	1,665	0,589	1,123

Предварительный анализ полученных результатов прежде всего позволяет констатировать, что добавки корунда фракцией 0,2 мм не улучшают сопротивляемость материала износу, а при достаточно большом количестве этой фракции (до 80 %) даже ухудшают этот показатель в сравнении с материалом, не содержащим каких-либо добавок.

По полученным данным построена зависимость износа (рис. 2) от содержания корунда фракции 0,2 мм или фракции 2 мм в составе защитного полимерного материала без учёта содержания в смеси обеих фракций.

Переход к объёмному износу ещё более подчеркнул положительное влияние крупных фракций корунда на износостойкость покрытия и, наоборот, ухудшение его противоизносных свойств с дроблением мелких фракций в чистом виде. Этот эффект снижения сопротивляемости износу с введением мелких фракций можно объяснить тем, что полиуретановая основа материала сама по себе неплохо сопротивляется износу, учитывая некоторую его эластичность, а добавление мелкого корунда делает смесь более жесткой, более прочной, что в конечном счёте приводит к интенсификации износа по мере увеличения содержания корунда этой фракции.

Другая картина наблюдается при постепенном увеличении в смеси крупной фракции, и переход к 80 % содержанию почти на 20 % снижает интенсивность износа, что свидетельствует

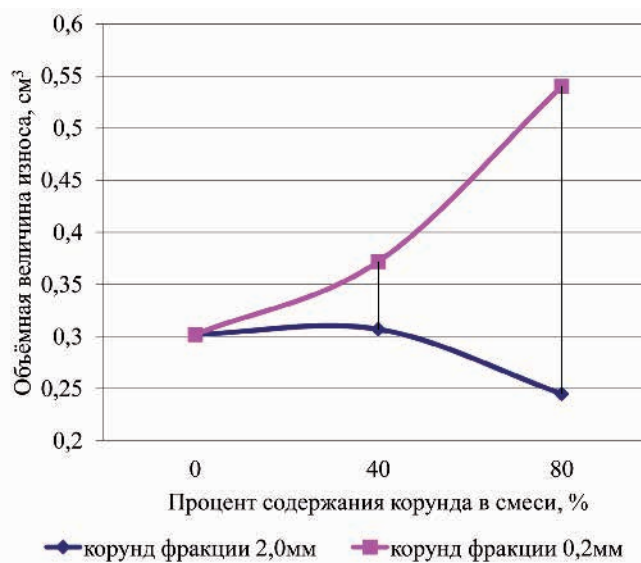


Рис. 2. График зависимости объёмного износа покрытия с добавлением только фракции 0,2 мм или фракции 2,0 мм

о том, что в борьбу с процессом износа подключается сам корунд, поскольку он занимает практически всю площадь защитного покрытия. По-видимому, увеличение его содержания более 80 % окажет ещё большее влияние на износостойкость, но возникает проблема нанесения защитного слоя, поскольку вязкость смеси становится слишком большой. В связи с изложенным интересным представляется сравнение влияния смешанных добавок корунда разных фракций и оценка целесообразности применения такого способа повышения износостойкости.

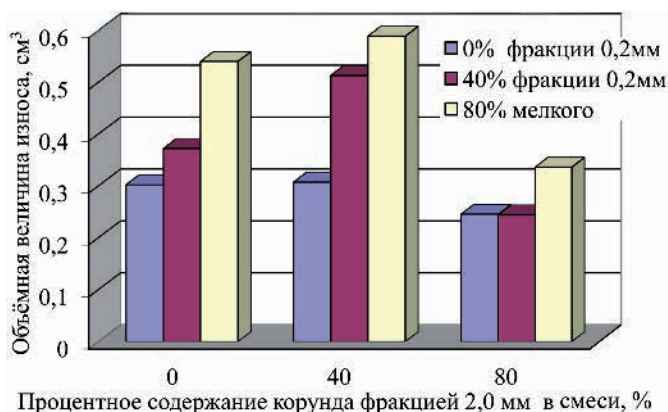


Рис. 3. Диаграмма влияния соотношения компонентов корунда в полимере на интенсивность износа

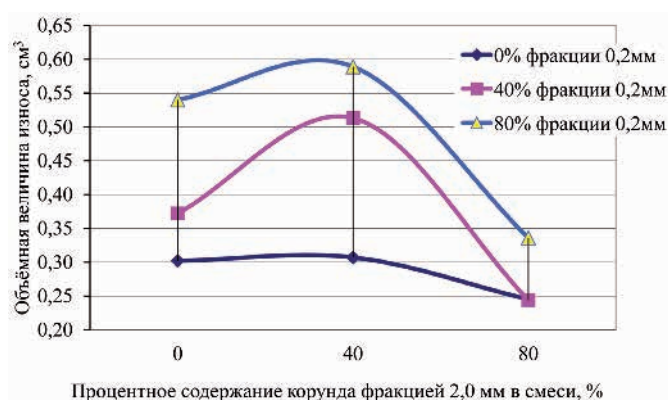


Рис. 4. Зависимость интенсивности износа от соотношения корунда различных фракций в составе полимера

Оценка влияния на износостойкость внесения в состав полимера корунда различных фракций и различных соотношений может быть осуществлена с помощью диаграммы, представленной на рис. 3, или с помощью графика на рис. 4. Как видно из диаграммы и из графиков, влияние корунда 0,2 мм отрицательно сказывается на интенсивности износа и при добавках его к корунду фракцией 2,0 мм, причем при различных величинах наполнения крупным корундом внесение мелкого стабильно увеличивает интенсивность износа.

Вывод

Предложено для защиты корпусов насосов, подверженных износу применять, разработанный на кафедре МОЗЧМ материал на полиуретановой основе. В результате экспериментов разработана оптимальная концентрация наполнителей, которые позволяют на 19 % повысить несущую способность исходного полимерного слоя. Предварительные испытания, которые проводились на вакуумном насосе, на коксохимическом заводе показали целесообразность использования такого покрытия для восстановления, ремонтов и защиты внутренней поверхности корпуса от абразивного износа.

Библиографический список

1. Ищенко А. А. Металлургические процессы и оборудование. Анализ способов защиты и восстановления деталей перекачивающего оборудования / А. А. Ищенко, Е. В. Дашко // Металлургические процессы и оборудование / под ред. С. П. Еронько. – Донецк: ООО «Технопарк ДонГТУ «УНИТЕХ» 2013. – Вып. 4. – 92 с.

Поступила 14.07.2015

