

## МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЭЛЕКТРО-ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ ПРИ ПЕРЕКАЧКЕ ВЗВЕСЕ-СОДЕРЖАЩИХ ЖИДКОСТЕЙ

*Обеспечение надежности, износостойкости и продления ресурса насосного оборудования является проблемой для многих отраслей народного хозяйства. Заводами-изготовителями электроцентробежных насосов принимаются различные меры по усилению их рабочих органов, валов и подшипниковых узлов. В основном такие задачи решаются с помощью различных физических, химических, термических и металлургических методов повышения износостойкости металла, из которого сделаны детали насосов. В данной работе предложен метод использования полимерного материала: сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ). Проведен сравнительный анализ свойств СВМПЭ и описаны методы его модификации. В работе обоснованы технология и схема размещения на рабочих колесах и проточных каналах покрытий из этого материала.*

**Ключевые слова:** износостойкость, ударная вязкость, наработка на отказ, электроцентробежный насос (ЭЦН), рабочие органы насоса, мехпримеси, сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ), ресурс оборудования.

Параллельно с работами по уменьшению концентрации взвешенных частиц, попадающих на прием насосной установки, проводятся работы по повышению надежности, износостойкости и увеличению ресурса самого насоса. В деле усиления поверхностей рабочих органов насосного оборудования в настоящее время накоплен значительный опыт. Для этих целей широко используются модифицирующие методы получения износостойких высокопрочных покрытий на элементах узлов трения.

Классификация методов нанесения триботехнических высокопрочных покрытий основана на различии физических, физико-технических и химических процессов при насыщении поверхностей трущихся пар. Наиболее освоенным и распространенным методом нанесения износостойких и антифрикционных покрытий является диффузионное насыщение. Из химико-термических способов самыми эффективными являются азотирование, борирование, хромирование и их сочетания. Преимуществом этих способов является возможность оптимизации строения и фазового состава покрытия, получения глубоких диффузионных зон. Недостатком диффузионного насыщения являются ограниченность увеличения толщины покрытия и высокие температуры процесса [1].

Немаловажное значение для улучшения эксплуатационных характеристик центробежных насосов имеют их конструкционные осо-

бенности. Учет влияния всех сил, действующих на ротор центробежного насоса (осевых и радиальных), позволяет рассчитать оптимальные параметры для рабочих колес, направляющих аппаратов, валов, подшипниковых узлов, систем уравнивания этих сил (например, дисков разгрузки, размещение опор вала и др.) [2].

В настоящее время начали использоваться покрытия из полимерных материалов.

С целью разработки нового материала для усиления рабочих органов насосного оборудования проведены исследования свойств сверхвысокомолекулярного полиэтилена (в ИХХТ СО РАН, г. Красноярск)

Как видно на диаграмме (рис. 1), истираемость СВМПЭ значительно ниже, чем у других полимерных материалов. Фторопласт, широко применяемый для усиления поверхности рабочего колеса и направляющего аппарата против истирания, уступает СВМПЭ [3].

Способность поглощать энергию удара является одним из замечательных свойств СВМПЭ, и этим обусловлено его использование в системах индивидуальной и коллективной защиты, защиты орбитальных станций от метеоритов и космического мусора.

Благодаря этому, наряду с высокой стойкостью к истиранию и низким коэффициентом трения, он получил широкое

\* - автор, с которым следует вести переписку.

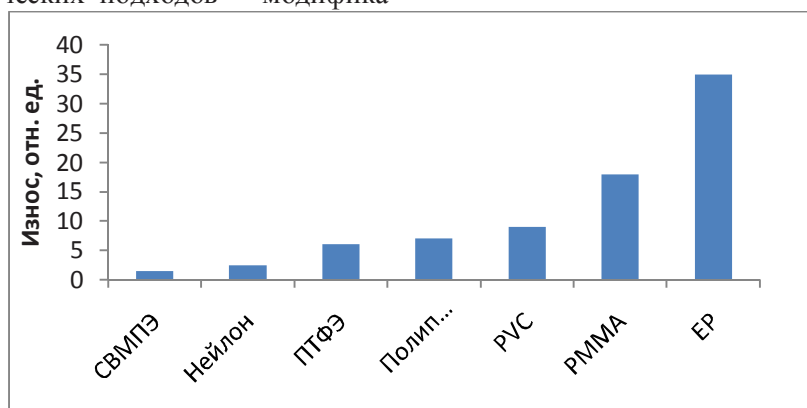
применение в качестве основы при производстве пластиковых лыж, сноубордов.

Композиционные материалы на основе СВМПЭ могут обладать значительно лучшими эксплуатационными свойствами по сравнению с чистым СВМПЭ, резинами и пластмассами, особенно при отрицательных температурах.

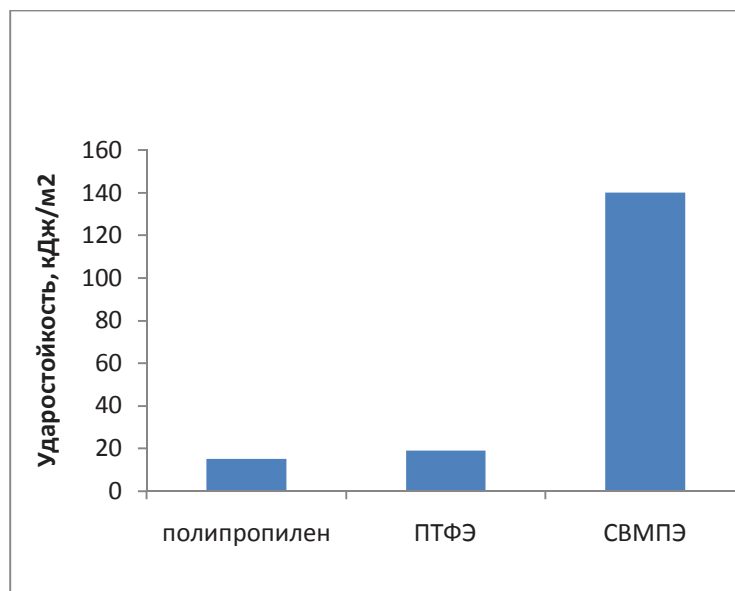
Одним из резервов повышения качества полимерных материалов является применение нанотехнологических подходов – модифика-

ция исходных полимеров нанодисперсными добавками, позволяющими управлять

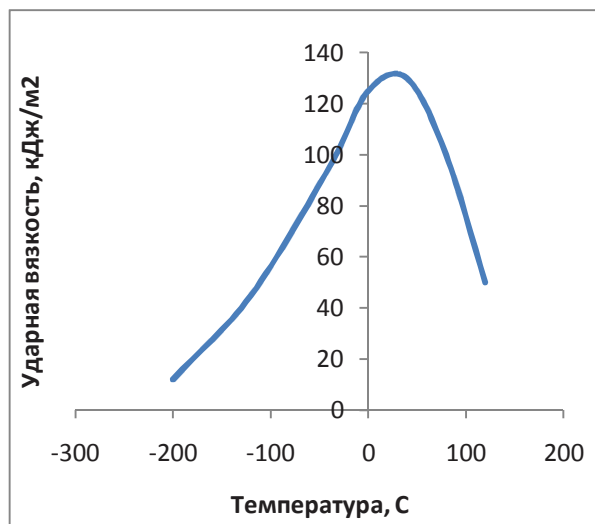
структурой и свойствами материалов в широких пределах за счет зародышеобразующих и ориентационных эффектов, изменения конформации макромолекул, их химического связывания с поверхностью наноразмерных частиц и «залечивания» дефектов структуры.



**Рис. 1. Относительная истираемость (%) различных материалов: СВМПЭ; нейлон; ПТФЭ (фторопласт); полипропилен; PVC (поливинилхлорид); PMMA (полиметилметакрилат); EP (эпоксидная смола) [3].**



**Рис. 2. Сравнительная ударная стойкость различных материалов.**



**Рис. 3. Ударная вязкость СВМПЭ как функция температуры.**

На рис. 3 приведено изменение ударной вязкости СВМПЭ от температуры. Использование полимеров для повышения износостойкости трущихся пар не ново. Применение СВМПЭ приведет к прорыву в этом направлении.

На диаграмме (рис. 5) показаны сроки бесперебойной работы двух насосов: насосы с твердосплавным покрытием рабочих органов работают 280 дней, а с покрытием из фторопласта – 700 дней.

Как было показано выше, материал СВМПЭ имеет более высокие износостойкость и ударную стойкость, что свидетельствует о его большой перспективности в деле повышения надежности, износостойкости и ресурса насосного оборудования

Еще одно немаловажное свойство СВМПЭ связано с тем, что к нему очень плохо прилипают различные механические примеси, содержащиеся в жидкости. В институте нефти и газа нами проведен эксперимент по определению и сравнению прилипаемости твердых частиц к поверхностям различных материалов: чугуна и СВМПЭ.

Через чугунную трубу (новая канализационная труба) и металлическую трубу того же диаметра, но армированную изнутри СВМПЭ, в течение 5 суток прокачивали воду с содержанием более 2000 мг/литр мехпримесей.

На поверхности полимера практически не задерживались и не прилипали твердые частицы, в то время как на поверхности чугуна задерживалось небольшое количество частиц.

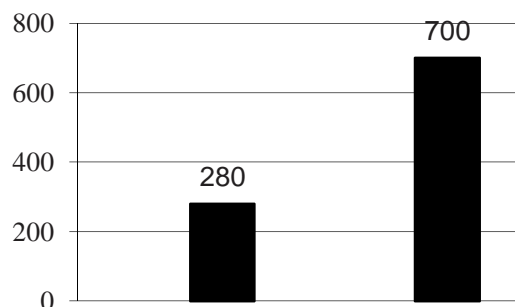


а



б

**Рис. 4. Внешний вид ступени насоса с рабочим колесом и направляющим аппаратом, усиленным нанесением покрытия из СВМПЭ (а), и рабочего колеса с покрытием из твердо-сплавного материала (б).**

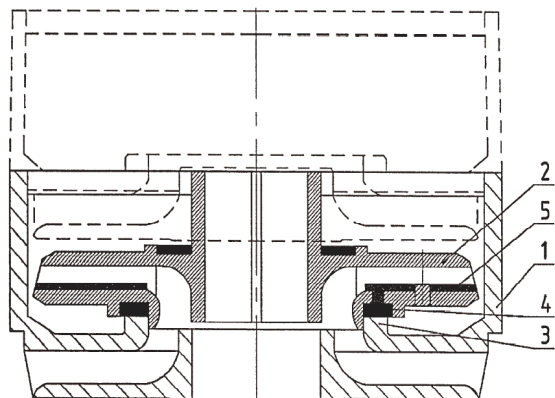


**Рис. 5. Нароботка на отказ насосного оборудования с усиленными рабочими органами: слева (280) – твердосплавным металлическим покрытием; справа (700) – полимерным покрытием.**

Это свойство СВМПЭ очень ценно при изготовлении из него наружных сеток для фильтров, размещаемых на приеме насосной установки, покрытий рабочих колес и направляющих аппаратов электроцентробежных насосов и т. д.

Недостаток СВМПЭ – низкая термостойкость. При температуре выше 100 °С может появиться пластичность.

На рис. 6 показаны элементы ступени насосного оборудования и варианты усиления рабочих органов с помощью СВМПЭ.



**Рис. 6. Ступень электроцентробежного насоса:** 1 – направляющий аппарат; 2 – рабочее колесо; 3 – опорный бурт; 4 – антифрикционная шайба из СВМПЭ; 5 – металлический диск.

Основными элементами ступени, подвергающимися наибольшему износу, являются рабочее колесо и направляющий аппарат. Поэтому в первую очередь с помощью СВМПЭ усиливаются именно эти детали электроцентробежного насоса. Существует много способов покрытия рабочих органов насоса СВМПЭ, но наилучшей технологией является метод горячей напрессовки или напыление данного полимера [3].

## Литература

1. В.Я. Кершенбаум. Механо-термическое формирование поверхностей трения. М.: Машиностроение, 1987.
2. Л.П. Гряно, А.Н. Папира. Лопастные насосы. Л.: Машиностроение, 1975.
3. Г.Е. Селютин, Ю.Ю. Гаврилов, Е.Н. Воскресенская, В.А. Захаров, В.И. Никитин, В.А. Полубояров. Композиционные материалы на основе СВМПЭ: свойства, перспективы использования. Красноярск: ИХХТ СО РАН РФ, 2010. 143 с.

УДК 69.002.51.192:621.225.2

*Д.Ю. Кобзов\*, И.О. Кобзова, Д. Лханаг*

## РАСЧЕТ НАПРАВЛЯЮЩИХ КАЧЕНИЯ ГИДРОЦИЛИНДРА

*Предлагается расчет направляющих качения гидроцилиндра.*

**Ключевые слова:** гидроцилиндр, направляющие качения.

Повышение уровня рабочего давления в гидросистемах и увеличение геометрических размеров штока, поршня, корпуса гидроцилиндра, сопровождающееся значительным ростом нагрузок на его основные элементы, резко снижает надежность гидроцилиндра и уменьшает ресурс его работоспособности. Последнее обусловлено увеличением напряжений в элементах цилиндра и резким возрастанием реакций в сопряжениях «поршень – гильза» и «шток – направляющая втулка» гидроцилиндра. Это, в свою очередь, приводит к повышению интенсивности изнашивания трущихся элементов гидроцилиндра, увеличению их износа и росту зазоров в герметизируемых сопряжениях. В условиях наличия

значительного количества абразива в рабочей среде проявление этих явлений интенсифицируется. К повреждениям гидроцилиндра, вызванным действием абразива, относятся риски, царапины, задиры на движущихся уплотняемых поверхностях, царапины и задиры на поверхностях поршня и направляющей втулки. Это, главным образом, сказывается на герметизирующей способности гидроцилиндра и его надежности в целом. Использование пылезащитных манжет в качестве средств предотвращения попадания абразива в гидроцилиндр значительного положительного эффекта не дает.

\* - автор, с которым следует вести переписку.