

УДК 661.56

АНАЛИЗ КОРРОЗИОННО-АБРАЗИВНОГО ИЗНАШИВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ МЕШАЛОК В СРЕДЕ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ

Федосеев Е. В. (ОАО «Невинномысский Азот», Невинномысск, Россия)

Рюмин Ю. А. (МГУИЭ, Москва, Россия)

Проведено практическое исследование характера коррозионно-абразивного изнашивания вала и лопастей мешалок при гидродинамическом воздействии экстракционной фосфорной кислоты в условиях эксплуатации в ОАО «Невинномысский Азот»

Проблема повышения износостойкости оборудования в производстве экстракционной фосфорной кислоты (ЭФК), испытывающего комплексное механическое и электрохимическое воздействие среды, исследователями в области надежности рассматривается на протяжении последних 25-30 лет [1,2,3]. Однако должного внимания абразивному воздействию твердой фазы на элементы конструкций, к сожалению, никогда не уделялось. В 1997 году в ОАО "Невинномысский Азот" был осуществлен переход с дигидратного на полугидратный режим производства ЭФК, сопровождающийся смещением химико-технологического процесса в область более высоких температур и изменением химического и фракционного состава твердой фазы перерабатываемой пульпы, при этом эксплуатирующим и ремонтным персоналом отмечена существенная интенсификация износа контактирующих со средой элементов оборудования (проточной части насосов, бронеплит экстракторов). Наиболее агрессивному воздействию подвергаются турбинные двухъярусные мешалки экстрактора (8 шт., по одной в секции), некоторые характеристики которых приведены ниже [4]: ■ конструкционный материал - сталь ЭИ-943;

- частота вращения вала - 75 об/мин;
- максимальная окружная скорость лопасти - 5,89 м/с;
- модифицированный для мешалок критерий Рейнольдса - $6,6 \cdot 10^4$;
- среда - преимущественно фосфорная кислота концентрацией до 30-40% P_2O_5 (дополнительно - примеси серной и кремнефтористоводородной кислот), с содержанием твердого осадка $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$ (25-30% массы суспензии);
- плотность и вязкость пульпы - $0,063 \text{ Н} \cdot \text{с} / \text{м}^2$.

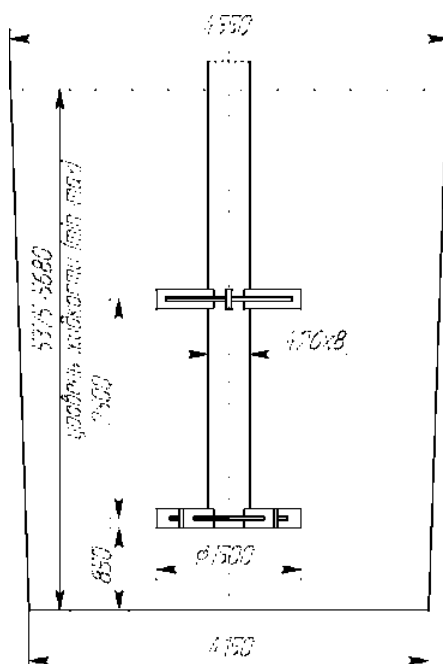


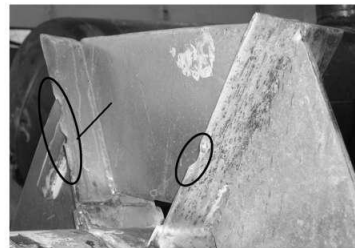
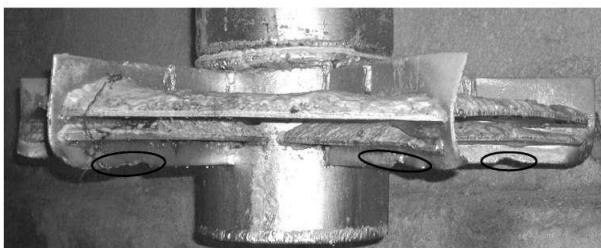
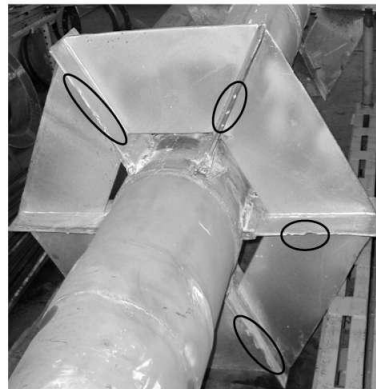
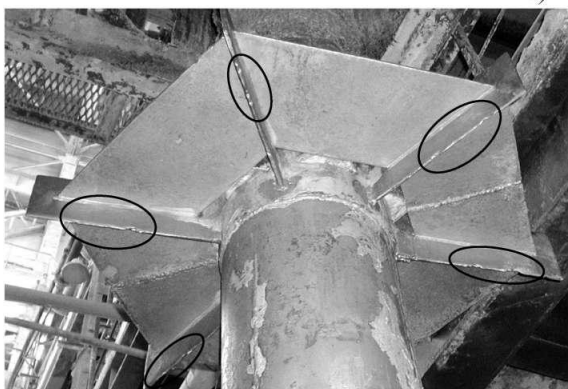
Рис. 1. Эскиз рабочей секции экстрактора

Эскиз рабочей секции с мешалкой экстрактора представлен на рис. 1. Различие между восьмью секциями заключается в месте перетока суспензии из секции в секцию. Из первой во

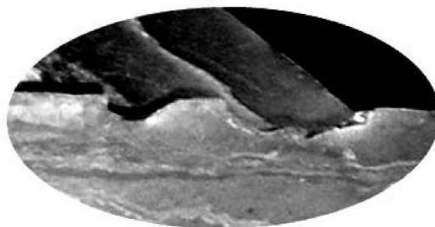
вторую - по низу, из второй в третью - по верху и т.д. Основными видами отказов мешалок являются излом и «обрыв» вала (на гуммированном участке в газофазной (верхней) части секции) и износ материала лопастей. Причинами «обрыва» вала, как правило, являются некачественно выполненное гуммирование и неудовлетворительные свойства используемых при этом резин марок ГХ - 76 и ГХ - 51, для которых рабочая температура процесса до 100°С является «критической».



а)



б)



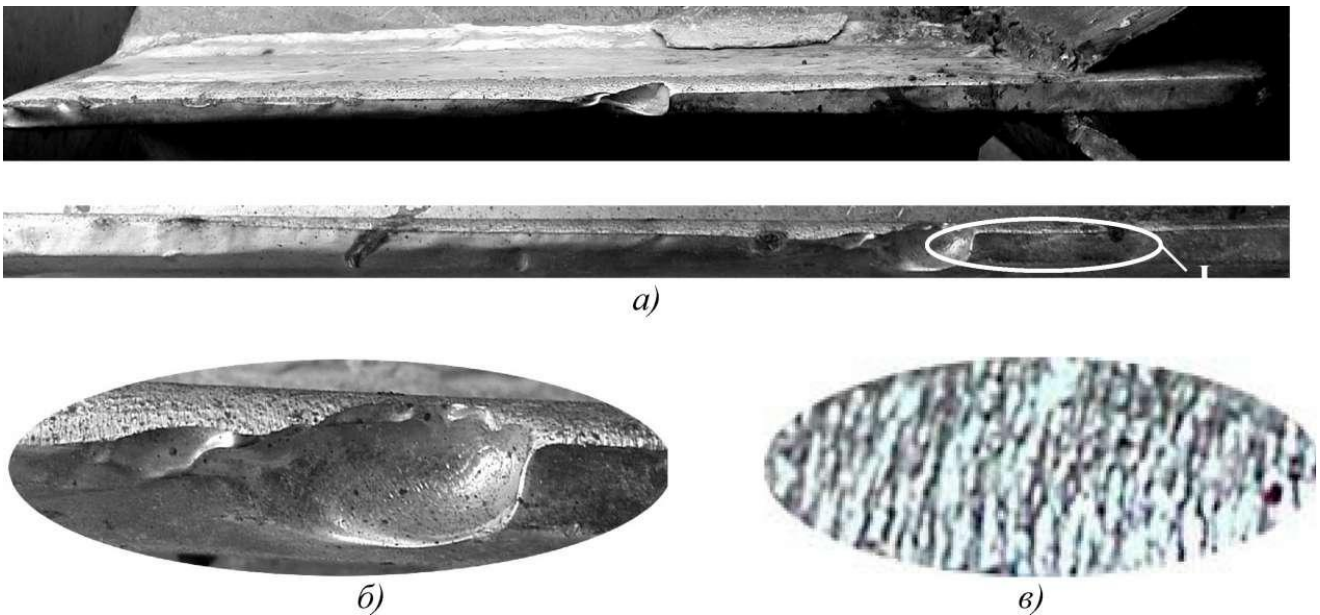
в)

а - общий вид мешалки; б - расположение характерных участков износа (выделены овалами); в - увеличение дефектного участка I «б»

Рис. 2 . Турбинные мешалки в условиях эксплуатации экстрактора цеха ЭФК ОАО «Невинномысский Азот»

Общий вид мешалки, фотографии изношенных лопастей, а также укрупненные фрагменты изношенных поверхностей лопастей приведены на *рис. 2* и *3*. Анализ дефектов позволяет выделить (овалами) характерные участки повышенного износа, расположенные преимущественно в средней части лопастей (по окружности).

При рассмотрении характера изнашивания лопастей мешалок нетрудно установить неравномерность износа торца профиля по длине лопасти. Наибольший износ лопасти во фронтальной плоскости также характерен для ее средней части с постепенным уменьшением к валу и к свободному концу лопасти. Увеличение участков лопасти в местах расположения наиболее характерных участков износа позволяют установить наличие четко выраженных лобовой (сверху, шероховатая поверхность) и затылочной (снизу, полированная поверхность) зон, а также острой кромки, смещающейся в лобовую или затылочную область по длине лопасти (см. *рис. 3, а*). На изношенной поверхности лобовой части профиля (см. *рис. 3, б*) наблюдаются риски и промоины, свидетельствующие о гидроабразивной природе изнашивания рассмотренного участка. Схожий характер изнашивания отмечается и в работах, посвящённых трению абразивных частиц в скоростном потоке жидкости и газа [5, 6].



а - изменение профиля торца лопасти (расположение: вал мешалки справа); *б* - увеличение дефектного участка I «а»; *в* - вид изношенной поверхности (расположение: большая ось овала проходит вдоль горизонтальной оси лопасти)

Рис. 3. Фрагменты изношенной лопасти турбинной мешалки цеха ЭФК ОАО «Невинномысский Азот»

Ремонт вала и лопастей в ОАО «Невинномысский Азот» проводится в объеме капитального ремонта (КР) и по требованию. Периодичность КР, заключающегося в ремонте сварных швов вала (провар) и наплавке или чаще замене дефектных участков лопасти (сваривание пластин, см. *рис. 4*), составляет 8640 часов (раз в год). Точную частоту аварийных ремонтов по требованию установить весьма сложно из-за отсутствия достаточного количества записей в ремонтной документации, однако, очевидно, что она составляет менее чем один раз в год, в зависимости от перерабатываемого сырья.

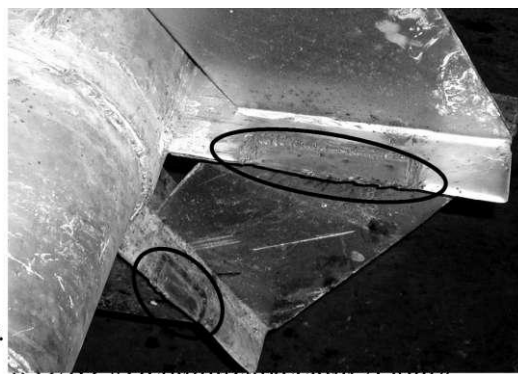


Рис.

8 0110 «Необитаемый остров»

Необходимо отметить, что восстановление лопастей наплавкой и ввариванием ручной электродуговой сваркой пластин без последующей термообработки являются неоптимальными методами восстановления лопастей, учитывая развитие в процессе эксплуатации межкристаллитной коррозии в сталях аустенитного класса (ЭИ-943) в области термического влияния околошовной зоны, требующими дальнейшего совершенствования [1].

Список литературы:

1. Чернова Г.В., Фельдграндер Э.Г. Коррозионная стойкость стали 03Х24Н6АМЗ в экстракционной фосфорной кислоте//Труды НИУИФА. - 1988 - №253. с. 50-55.
2. Тлебаев М.Б., Жидков В.А. Разработка сплавов, стойких к воздействию фосфорной кислоты и её производных//Моделирование химико-технологических процессов и систем. Сборник научных трудов. - 1994. с. 36-38.
3. Горелик Р.А., Раков В.А., Мамаев Л.Н. Анализ технического уровня и надежности основного технологического оборудования производств экстракционной фосфорной кислоты//Труды НИУИФА. - 1988 - №253. с. 221-231.
4. Расчёты по технологии неорганических веществ. Учебное пособие для вузов. Изд. 2-е перераб. Под ред. проф. М.Е. Позина. Л.: Химия, - 1977, 496с.
5. Виноградов В.Н., Червяков И.Б., Леви С.М. Абразивное изнашивание в потоке твёрдых частиц // Вестник машиностроения. 1984. № 12. с. 27-30.
6. Работоспособность деталей машин в условиях абразивного изнашивания/ В.Н. Ткачёв. - М.: Машиностроение, 1995. - 336 с.