

Днепродзержинский государственный технический университет

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗНОСА НА СОПРЯГАЕМЫХ ДЕТАЛЯХ КОНИЧЕСКОЙ ТРИБОСИСТЕМЫ

Введение. В автоматизированных системах химической, металлургической и целлюлозно-бумажной промышленности широко используются конические трибосистемы (КТС), которые обеспечивают надежность выполнения всех технологических процессов. Высокая надежность, удобство и простота компенсации износа и равномерный износ является основой их дальнейшего широкого распространения в промышленности. В технической литературе [1, 2] приводятся исследования об условиях эксплуатации, конструкции, технологии ремонта и восстановления конических трибосистем на примере роторных питателей высокого давления (ПВД) типа Камюр.

Постановка задачи. Однако вопросы установления связи между функциональными характеристиками, которые выполняет КТС, и видами износа, которым подвергаются сопрягаемые конические поверхности, в литературных источниках не освещаются.

Целью исследований является: 1) прохождение декомпозиции функциональных характеристик на сопрягаемых поверхностях КТС; 2) установление видов износа на участках сопрягаемых поверхностей КТС и 3) выявление связей того или иного вида износа с выполнением функциональных характеристик КТС.

Результаты работы. Исследования проводились на роторных ПВД шведской фирмы Камюр, которые эксплуатируются на ряде предприятий России, Украины и Болгарии.

На рис.1 приведена схема декомпозиции функциональных признаков и видов износа на сопрягаемых поверхностях КТС, а на рис.2 – схема условной разбивки рабочей поверхности ротора на характерные участки. Все сопрягаемые конические поверхности условно можно разделить на три группы участков: I-я группа – 40% всех поверхностей окон сквозных карманов ротора и корпуса, через которые осуществляется загрузка и выгрузка гидросмеси; II-я группа – 50% – это рабочие поверхности ротора и корпуса, которые обеспечивают запорные функции в изолированных, взаимно перпендикулярных карманах в каждой секции и III – 10% поверхности ротора обеспечивают запорные функции между секциями. Рассмотрим эти функции подробно.

Рассмотрим, каким видам износа подвергаются поверхности, которые определяются по известным формулам [1, 2]. Вся поверхность корпуса и ротора соприкасаются со щелочным раствором гидросмеси при температуре 120°, что приводит к коррозионному разрушению всех его поверхностей (рис.3). Под действием протечек щелочи происходит гидроабразивный износ рабочих поверхностей корпуса и ротора (рис.4) между окнами и основаниями и средними перемычками ротора и корпуса. Величина износа по длине окружности неравномерная. У окон ротора она на порядок выше, чем в средней части, и определяется режимом протечек щелочи и концентрацией абразивных частиц в щелочи. В области сит между передними кромками вращающегося ротора попадает и срезается древесная щепка. В зависимости от режущих углов срезание щепы может быть эффективным (износ режущих кромок на роторе приведен на рис.5) и неэффективным (растет интенсивность износа кромок ротора и сит). Чем меньше режущие углы кромок ротора и сит, тем хуже происходит срезание щепы, и большее количество щепы попадает в зазор с последующей ее деформацией. Передние кромки ротора до его середины (рис.6) подвергаются абразивному износу за счет деформации, смятия и скольжения деформированной после срезания щепы и абразивных частиц, со-

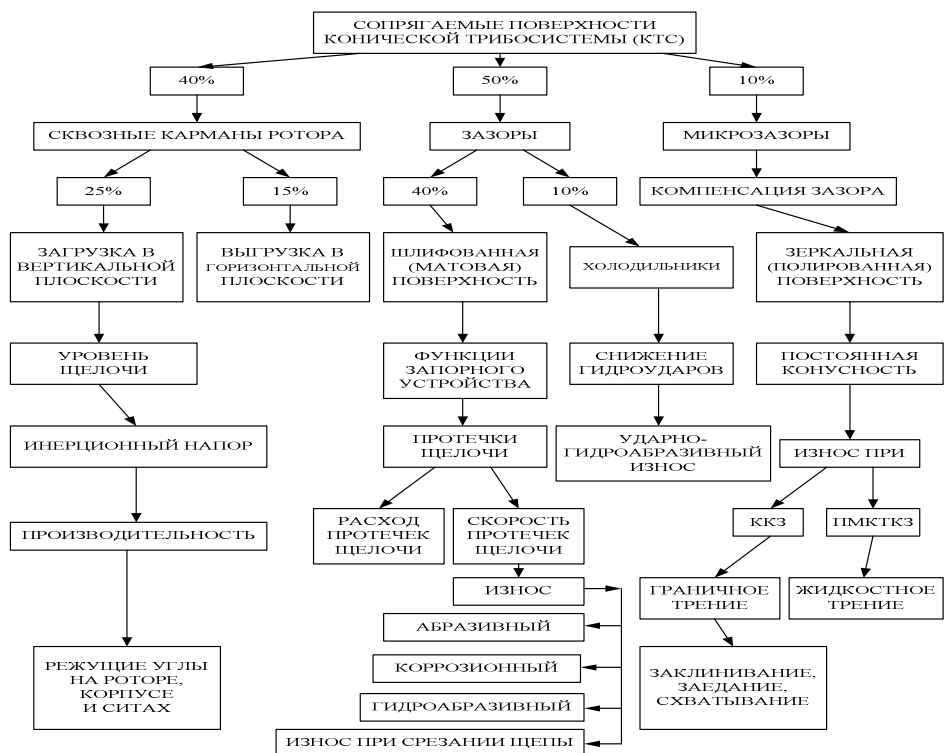
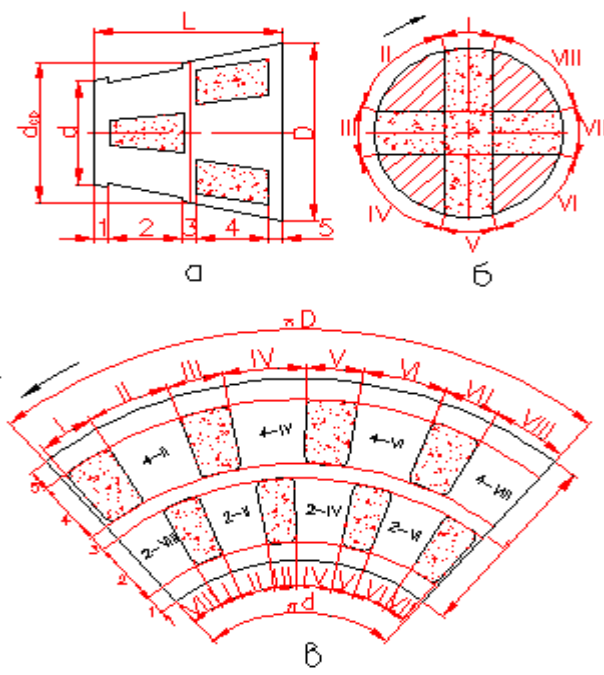


Рисунок 1 – Физические процессы, происходящие на рабочих конических сопрягаемых поверхностях ротора и корпуса конической трибосистемы



а – продольное сечение; б – поперечное сечение;
 в – развёртка конической поверхности ротора;
 2–II; 2–IV... 4–II; 4–IV...4–VIII – окна ротора;
 1, 3 и 5 – основания и средняя перемычка ротора;
 d, D – меньшее и большее основание ротора

Рисунок 2 – Условная разбивка рабочей конической поверхности ротора на характерные участки

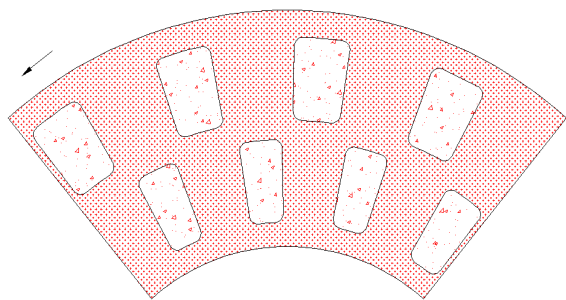


Рисунок 3 – Коррозионный износ конической поверхности ротора

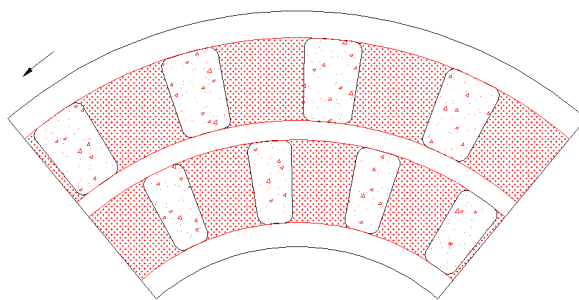


Рисунок 4 – Гидроабразивный износ (при наличии абразива в щелочи) ротора

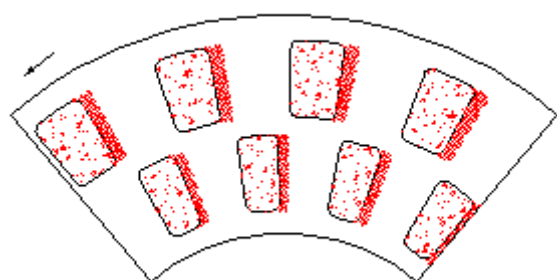


Рисунок 5 – Абразивный износ при срезании щепы (передние кромки ротора)

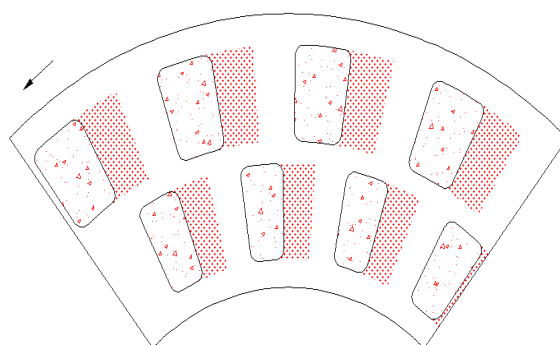


Рисунок 6 – Абразивный износ при деформации щепы и абразивных частиц, соизмеримых с величиной зазора

измеримых с величиной зазора. На 10% поверхности ротора происходит сброс давления в кармане ротора, что сопровождается ударно-гидроабразивным видом износа (рис.7). Величина износа зависит от концентрации абразивных частиц в щелочи. Природа образования гидроударов описана в работе [2].

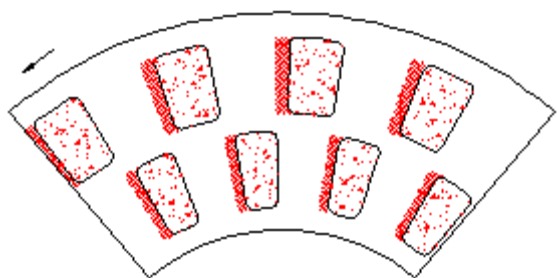


Рисунок 7 – Ударно-гидроабразивный износ (при наличии абразива в щелочи)

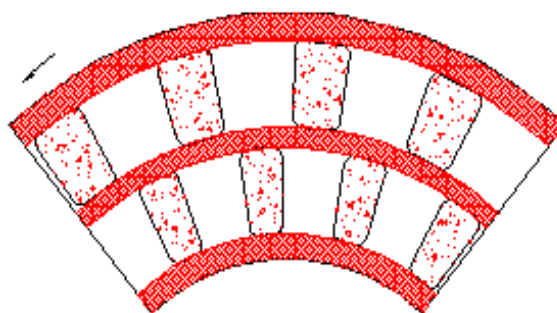


Рисунок 8 – Граничное трение (заклинивание, схватывание, заедание) при ККЗ и ПМКТКЗ

1-я группа. В этой группе на 25% поверхности осуществляется загрузка карманов ротора в горизонтальной плоскости. При повороте кармана ротора на 90° в вертикальной плоскости происходит выгрузка щепы. Производительность загрузки гидросмеси в карманы ротора зависит от: 1) уровня щелочи в питательной трубе (ПТ); 2) инерционного напора щелочи в ПТ и 3) величины режущих углов на роторе корпусе и ситах.

II-я группа. 50% этих поверхностей выполняют функции запорного устройства между взаимно перпендикулярными карманами вращающегося ротора. Эти поверхности отделяют область высокого давления варочного котла (1,2 МПа) от области низкого давления ПТ(0,15 МПа). Между участками 2–I; 2–III ... 4–VII вращающегося ротора и неподвижного корпуса под действием избыточного давления щелочи (1,2 МПа) через зазоры неизбежно протекание щелочи, скорость и расход которой определяются по известным формулам [1, 2].

III-я группа. 10% этих поверхностей (рис.1, 8) занимают основание и средние перемычки ротора и корпуса. На этих участках поверхность зеркальная (полированная), характерная для износа в микрозазорах. Эти участки сохраняют постоянную конусность и на этих поверхностях имеет место износ (рис.8); при граничном трении осуществляется компенсация критического зазора (ККЗ) или износ, при жидкостном трении – принудительная микротолчковая компенсация зазора (ПМКТКЗ). При ККЗ на основаниях и средней перемычке ротора и корпуса (рис.1, 8) имеют место заклинивание, схватывание и заедание ротора относительно корпуса, которые приводят к снятию питателя с эксплуатации.

Выводы. На основании проведенных исследований:

- 1 – установлены функциональные признаки, которые имеют место на сопрягаемых поверхностях конических трибосистем;
- 2 – сделаны количественная и качественная оценки видов износа на рабочих поверхностях ротора и корпуса;
- 3 – установлено влияние функциональных параметров конической трибосистемы на характер и виды износа на рабочих конических поверхностях ротора и корпуса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Камель Г.И. Роторные питатели установок непрерывной варки целлюлозы / Камель Г.И. – М.: Лесная промышленность, 1987. – 160с.
2. Нечаев Г.И. Повышение производительности и продуктивности загрузочных устройств непрерывной варки целлюлозы и полуцеллюлозы: монография / Г.И.Нечаев, Г.И.Камель. – Луганск: ВНУ им. В.Даля, 2005. – 392с.

Поступила в редколлегию 05.12.2011.

УДК 676.163.022

КАМЕЛЬ Г.И., д.т.н., профессор

Днепродзержинский государственный технический университет

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ТРУБНОЙ ТРАНСПОРТНО-ЗАГРУЗОЧНОЙ СИСТЕМЫ УСТАНОВКИ ТИПА КАМЮР

Введение. В своей работе [1] Костецкий Б.Н. прогнозировал большое будущее использованию конических трибосистем в автоматизированных системах благодаря равномерному износу сопрягаемых конических поверхностей, корпус которых неподвижен, а ротор вращается в нем; наличие возможности компенсировать зазор между деталями конических трибосистем (КТС), образовавшийся в результате изнашивания.

Постановка задачи. В химической промышленности для транспортирования гидросмеси (30% древесного сырья и 70% щелочи с температурой 160°C) широко используются конические питатели шведской фирмы Камюр, которых в мире находится более 500 установок и которые вырабатывают более 85% целлюлозы, идущей на производство писчей бумаги, картона, пороха, клея и исходного сырья для химической промышленности.