

ОСОБЕННОСТИ ВЫГРУЗКИ ДРЕВЕСНОЙ ЩЕПЫ С КОНИЧЕСКОЙ ТРИБОСИСТЕМОЙ В ВАРОЧНЫЙ КОТЕЛ

Камель Г.И., докт. техн. наук, Яковлева А.Г.,
Ершов А.В., докт. техн. наук
(Запорожский национальный технический университет)

Рассмотрены особенности непрерывной, в течении года, выгрузки конической трибосистемой древесной щепы с помощью щелочи в варочный котел шведской фирмы Камюр, находящийся под давлением 1,2 МПа и температурой 180°C

Введение. Согласно работам [1, 2] в автоматизированных системах перспективным направлением является использование конических трибосистем, которые обеспечивают: 1) компенсацию износа в узлах, через которые проходит рабочая среда (щелочь, кислоты, гидросмеси и т.д.); 2) равномерный износ конических сопряжений за все время эксплуатации; 3) отсутствие влияния износа и способа компенсации зазора в трибоузлах на технологические процессы всей установки и 4) стабильную и надежную работу установок в течении года.

Анализ публикаций. В работе [1] описаны конические трибоузлы, через поверхности которых осуществляются: 1) загрузка, выгрузка и перемещение щелочи и древесной щепы через 40% их рабочих конических поверхностей; 2) обеспечение запорных функций, прохождение протечек щелочи и формирование гидроударов на 50%; 3) сохранение постоянной корпусности на 10% поверхности оснований и средних перемычек ротора и корпуса. Из перечисленных функций конической трибосистемы рассмотрим процессы выгрузки древесной щепы из карманов вращающегося ротора. В технической литературе отсутствует информация о том, каким образом осуществляется непрерывно, в течении года, выгрузка гидросмеси из карманов вращающегося ротора и загрузка ее в варочный котел с помощью щелочи под высоким давлением. Как подается щепа на высоту 60...80 м. Как работает коническая трибосистема (КТС) в автоматическом режиме.

Целью работы является раскрытие физической природы формирования гидросмеси в карманах вращающегося ротора в горизонтальной плоскости и установление общих кинематических и конструктивных параметров, влияющих на работу конической трибосистемы.

Решение задачи. Для решения поставленных задач использовались действующие промышленные установки типа Камюр на которых определяли: давление щелочи с помощью поплавкового дифрактометра; расход щепы с помощью шестиразрядного электроимпульсного счетчика; расход щелока с помощью поплавкового дифрактометра; температуру с помощью ртутных стеклянных термометров. В работе [1, 2] приводятся рабочие параметры роторных питателей промышленного транспорта (ПТ) шведской фирмы Камюр. Рассмотрим процессы освобождений карманов вращающегося ротора от древесной ще-

пы и исследуем от каких кинематических и конструктивных параметров они зависят.

Рассмотрим как изменяются рабочие параметры при загрузке карманов ротора щепой на примере питателя производительностью 500 т/сут. В табл. 1 приводятся рабочие параметры ПТ загрузочного устройства. Из таблицы видно, что для загрузки карманов ротора используются центробежные насосы производительностью 0,2 и 0,125 м³/с, которые в технологической цепочке: трубопровод-штуцер-карманы ротора способствуют циркуляции щелочной среды. Щепа захватывается щелочью и заполняет карманы ротора. Для обеспечения стабильного поступления щелочной среды в карманах питателя окна корпуса сделаны шире в 3,8 раза больше, чем площадь трубы циркуляции.

В процессе работы питателя необходимо установить оптимальные соотношения между частотой вращения ротора и скоростью поступления щелочи в карманы ротора. Из рис. 1 видно, что дуговой градус сопряжения окон ротора и окон загрузки корпуса для двух секций (график 1 и 2) изменяются по синусоидальному отнулевому закону в пределах нуля и 45°. Средний дуговой градус сопряжения окон ротора и окон загрузки корпуса (график 3) представляет линейную зависимость с отклонениями от 43 до 45° – есть величина постоянная в течении оборота.

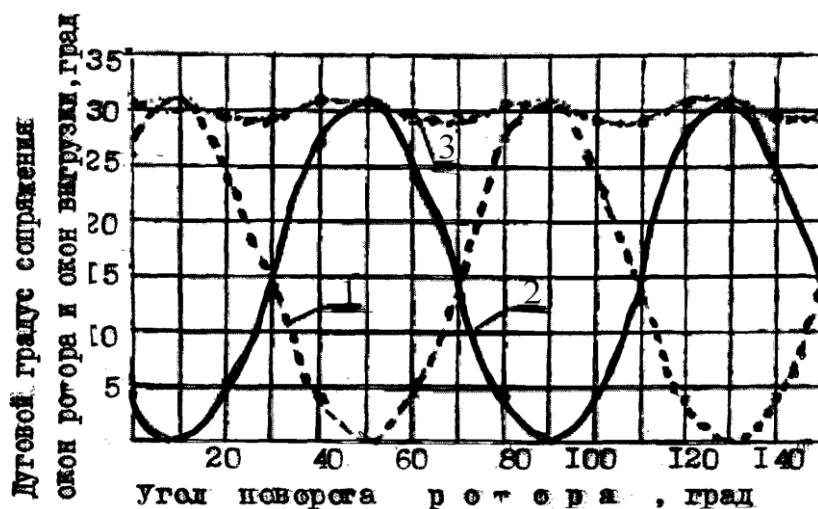


Рис. 1. Зависимость дугового градуса сопряжения окон ротора и окон при выгрузке в горизонтальной плоскости: 1 и 2 – карманы секции 1 и 2 ротора; 3 – суммарное значение дугового градуса для двух сечений.

Следовательно, и площадь окон карманов ротора и окон загрузки корпуса есть величина постоянная и определяется по формуле

$$S_1 = L \cdot d_{\text{н\delta}} \cdot \sin(\alpha_1 / 2), \quad (1)$$

где S_1 – средняя площадь сопряжения ротора и окон загрузки корпуса, м²; $d_{\text{н\delta}}$ – средний диаметр ротора, м; α_1 – средний дуговой градус сопряжения окон ротора и окон загрузки корпуса, град.

Из табл. 1 видно, что площадь сопряжения окон ротора и корпуса загрузки составляет 0,41 от площади двух окон загрузки и 1,59 больше площади трубы циркуляции щелока. Определим скорость щелочной среды в кармане ротора

$$V_1 = Q / S_1, \quad (2)$$

где V_1 – скорость щелочной среды в кармане ротора, м/с ; Q – производительность сопряжения окон ротора и окон загрузки корпуса, м³.

Время выгрузки кармана ротора щепой определяется

$$t_1 = d_{\bar{n}\delta} / V_1, \quad (3)$$

где V_1 – средняя скорость щелочной среды в кармане ротора, м/с; t_1 – время выгрузки (освобождения) карманов ротора от щепы, с.

Время сопряжения окон ротора и окон выгрузки роторного питателя конической трибосистемы зависит от дуговых градусов окон и линейной скорости ротора и определяется по формуле

$$t_z = (\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2) * 60 / (\bar{n} * \pi), \quad (4)$$

где t_z – время сопряжения окон ротора и окон корпуса, с; n – частота вращения ротора, мин⁻¹.

Кратность циркуляции щелочного раствора определяется по формуле

$$K = Q * 60 / (\bar{n} * L * \pi) \quad \text{или по формуле} \quad (5)$$

$$K = t_2 / t_1, \quad (6)$$

где K – кратность циркуляции щелочного раствора через питатель для определенного значения времени сопряжения окон ротора и окон загрузки корпуса.

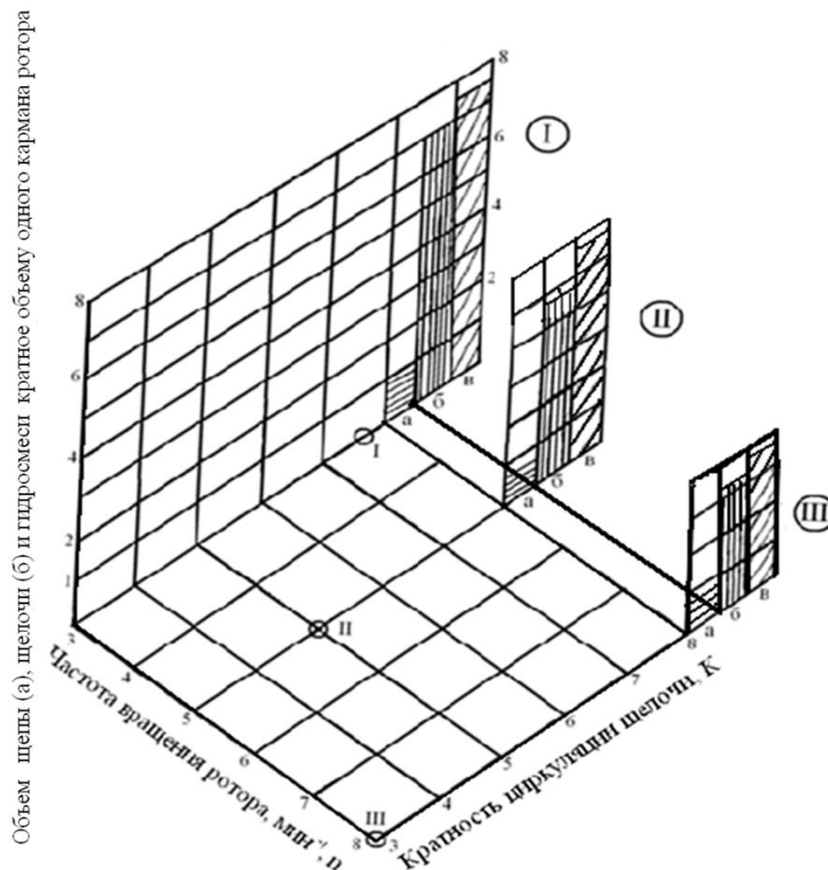


Рис. 2. Зависимость объема щепы (а), щелочи (б) и гидросмеси (в) при выгрузке, кратное объему кармана ротора, от частоты вращения ротора и кратности циркуляции щелочи через карман вращающегося ротора: I – ($n= 3 \text{ мин}^{-1}$; $\kappa=9$; $a=1$; $b=8$; $v=9$); II – ($n= 5 \text{ мин}^{-1}$; $\kappa=5,7$; $a=0,7$; $b=5,7$; $v=4,7$); III – ($n= 8 \text{ мин}^{-1}$; $\kappa=3,8$; $a=0,46$; $b=3,2$; $v=3,8$).

Из анализа формулы видно, что кратность циркуляции щелочного раствора увеличивается с увеличением производительности насоса и уменьшается с увеличением частоты вращения ротора.

Для того, чтобы увеличить кратность щелочного раствора через карман ротора, при тех же оборотах можно установить насос большей производительности вместо 0,125 м³/с установить 0,2 м³/с.

На рис. 2 приведена зависимость объема щепы, щелочи и гидросмеси при загрузке от частоты и кратности циркуляции щелочи. Исследовались расходы щепы, щелочи и гидросмеси при оборотах 3; 5 и 8 мин⁻¹. Результаты исследований показали, что при частоте вращения ротора 3 мин⁻¹ в кармане вращающегося ротора в вертикальной плоскости концентрация гидросмеси увеличивается с 20% в питательной трубе до 90...95% в кармане ротора. При этом для того, чтобы заполнить карман ротора на 90...95% необходимо через сопряжение окон ротора и корпуса прошло 7 объемов щелока кратное объему кармана ротора. При увеличении частоты вращения ротора с 3 до 5 и 8 оборотов в минуту кратность циркуляции щелока через карман вращающегося ротора уменьшается с 9 до 5,6 и 3,8.

Таблица 1

Рабочие параметры при выгрузке карманов питателя
производительностью 500 т/с

№ п/п	Рабочие параметры загрузки питателя	Значения
1.	Производительность насоса циркуляции возврата щелока через питательную трубу и питатель, м ³ /с, Q	0,125 0,2
2.	Диаметр трубы циркуляции щелока от насоса до питательной трубы, м, $d_{\delta\delta}$	0,325
3.	Площадь трубы циркуляции щелочи от насоса до питательной трубы, м ² , S_1	0,0829
4.	Площадь двух окон загрузки корпуса, м ² , S_2	0,32
5.	Коэффициент уширения окон загрузки в сравнении с трубой циркуляции, $K_1 = S_2 / S_1$	3,86
6.	Коэффициент уширения окон загрузки в сравнении с площадью питательной трубы, $K_2 = S_1 / S_4$	1,015
7.	Площадь питательной трубы, м ² , S_4	0,315
8.	Диаметр штуцера, м, $D_{\phi\delta}$	0,29
9.	Площадь штуцера, м ² , S_5	0,066
10.	Дуговой градус по диаметру окон загрузки корпуса, град, α_1	45
11.	Дуговой градус по диаметру одного окна ротора, град, α_2	38
12.	Средний дуговой градус сопряжения окон ротора и окон загрузки корпуса, град, α_3	44

13.	Средний диаметр ротора, м, d_{δ}	0,84
14.	Длина окна загрузки корпуса, м, L	0,48
15.	Средняя площадь сопряжения окон ротора к окнам загрузки корпуса, $S_6 = L \cdot d_{\delta} \cdot \sin \alpha_3 / 2$	0,1325
16.	Коэффициент уширения средней площади сопряжения окон ротора к окнам загрузки корпуса, $K_3 = S_6 / S_2$	0,414
17.	Коэффициент уширения средней площади сопряжения по сравнению с площадью трубы, $K_4 = S_6 / S_1$	1,598
18.	Средняя скорость щелочной среды в кармане ротора, м/с, $V_2 = Q / S_6$	0,946
19.	Средняя скорость щелочной среды в питательной трубе, м/с, $V_3 = Q / S_4$	
20.	Время загрузки кармана ротора щепой, с, $t_1 = d_{\tilde{n}\delta} / V_2$	0,892
21.	Время сопряжения окон ротора и окон корпуса при загрузке, с, t_2 частота вращения ротора, мин ⁻¹	
	3 t_2	4,3
	5 t_2	2,8
	8 t_2	1,69
22.	Скорость циркуляции щелочного раствора через питатель при различных оборотах, $K = t_2 / t_1 = K_4$	
	$K_5 = 2,8 / 0,892$	4,8
	$K_6 = 1,69 / 0,89$	3,13
	$K_7 = 1,29 / 0,89$	1,89
		1,44
23.	Средняя скорость щелочной среды в кармане ротора, м ³ /с $Q = 0,2 = 0,2 / 0,1325$	1,5
24.	Время загрузки кармана ротора щепой при производительности $Q = 0,2 \text{ м}^3/\text{с}$, $t_1' = d_{\tilde{n}\delta} / V_1 = 0,844 / 1,5$	0,56
25.	Кратность циркуляции щелочного раствора через питатель при оборотах 3, 5, 8 мин. ⁻¹ , $K_4 = 4,3 / 0,56$	
	$K_5 = 3,13 / 0,56$	7,6
	$K_6 = 1,69 / 0,56$	5,58
	$K_7 = 1,29 / 0,56$	3,01
		2,3

Коэффициент заполнения карманов ротора уменьшается со 100% при трех оборотах в минуту до 70% и 46% при 5 и 8 оборотах в минуту.

Выводы. 1. Двухсекционная конструкция роторного питателя Камюр обуславливает стабильную среднюю скорость выгрузки карманов ротора от гидросмеси в течение одного оборота ротора.

3. Для количественной оценки выгрузочной способности роторного питателя предложен новый показатель – коэффициент кратности циркуляции щелочного раствора через карманы ротора. Получены математические зависимости этого коэффициента от частоты вращения ротора при определенной производительности насоса.

4. Концентрация гидросмеси (коэффициент заполнения кармана ротора) в кармане вращающегося ротора уменьшается с увеличением частоты вращения ротора.

5. Для того, чтобы выполнить загрузку древесной щепы в варочный котел необходимо с помощью конической трибосистемы изменить пять раз концентрацию гидросмеси: 1) при свободном падении щепы в питательной трубе; 2) формирование гидросмеси в питательной трубе – 20%; 3) в кармане вращающегося ротора в вертикальной плоскости – 90–95%; 4) в кармане вращающегося ротора в горизонтальной плоскости – 20% и 5) в верхней части варочного котла – 90–95%.

6. Установлено, что выгрузка карманов ротора от щепы снижается при уменьшении производительности насоса из-за изнашивания деталей насоса и в результате выталкивания щепы из карманов ротора.

Список литературы

1. Камель Г. И. Рабочие параметры роторных питателей Камюр / Г.И. Камель // Бумажная промышленность. №7, 1989. – С. 14 -16.
2. Нечаев Г.И. Повышение надежности и продуктивности загрузочных устройств непрерывной варки целлюлозы и полуцеллюлозы / Г.И. Нечаев, Г.И. Камель // Монография. – Луганск: Изд-во СНУ им. В. Даля, 2005. – 392 с.

Анотація

Особенности вывантаження тріски конічною трібосистемою в зону високого тиску

Розглянуті особливості безперервної, за термін один рік, вивантаження конічною трібосистемою деревинної тріски за допомогою лугу в варильний котел шведської фірми Камюр, який знаходиться під тиском 1,2 МПа та температурою 180°C

Abstract

Features unloads chips conical tribosystem in the high pressure

The features of continuous throughout the year, unloads a conical tribosystem wood chips with alkali in the digester of Kamyur Swedish firm, which is under pressure of 1,2 MPa and a temperature of 180 °C