

ОСОБЕННОСТИ ЗАГРУЗКИ КОНИЧЕСКОЙ ТРИБОСИСТЕМОЙ ЩЕПЫ В ОБЛАСТЬ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

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, загрузки конической трибосистемой древесной щепы с помощью щелочи в варочный котел шведской фирмы Камюр, находящийся под давлением 1,2 МПа и температурой 180°C

Введение. В мировой практике для производства целлюлозы широкое распространение получили установки непрерывной варки целлюлозы шведской фирмы Камюр, их более 500 штук (75 в России, 150 в Америке) и на них приходится более 85% товарной целлюлозы, из которой изготавливается писчая бумага. В технической литературе отсутствует информация о том, каким образом осуществляется непрерывно, в течении года, загрузка варочного котла 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: 1) в питательной трубе; 2) в карманах вращающегося ротора в вертикальной 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 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. Следовательно, и площадь окон карманов ротора и окон загрузки корпуса есть величина постоянная и определяется по формуле

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

где S_1 – средняя площадь сопряжения ротора и окон загрузки корпуса, м²; $d_{\bar{n}\delta}$ – 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.

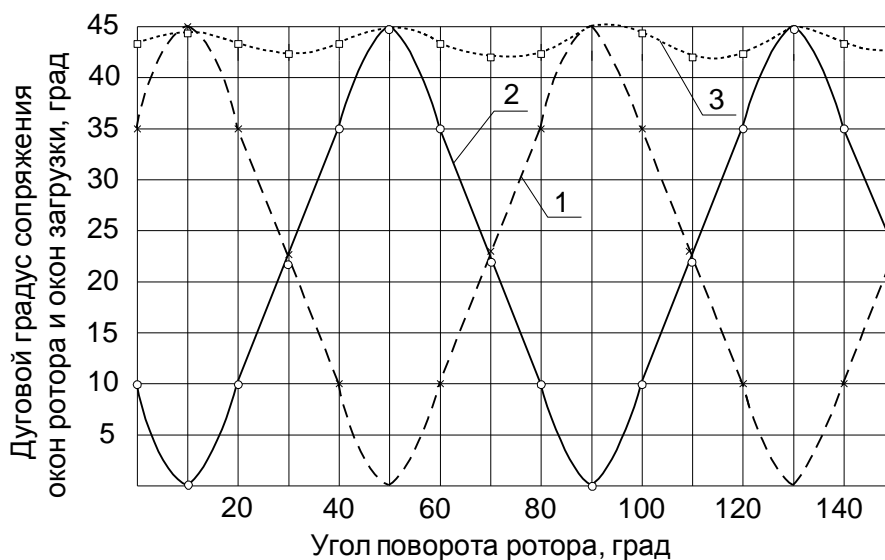


Рис. 1. Зависимость дугового градуса сопряжения окон ротора и окон загрузки корпуса при повороте ротора : 1 и 2 – карманы секции 1 и 2 ротора; 3 – суммарное значение дугового градуса для двух сечений.

Время загрузки кармана ротора щепой определяется

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

где V_1 – среднее время загрузки (перемещение щелочи) в кармане ротора, м/с.

Время сопряжения окон ротора и окон загрузки корпуса определяем из условия вращения ротора для трех значений 3, 5 и 8 мин⁻¹, что соответствует продолжительности времени $t_2 = 4,3; 2,8$ и 1,64 секунд.

Если разделить время сопряжения окон ротора и окон загрузки корпуса на время загрузки карманов ротора щепой, то мы получим кратность циркуляции щелочного раствора через карман при различных оборотах по формуле

$$K = t_2 / t_1 \quad (4)$$

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

Для частоты вращения ротора 3; 5 и 8 мин⁻¹ кратность циркуляции щелочного раствора равна соответственно 4,8; 3,13 и 1,89. Таким образом, кратность циркуляции щелочного раствора показывает сколько раз по длине кармана ротора может пройти щелочная среда. 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.

Таблица 1

Рабочие параметры загрузки питателя Камюр производительностью 500 т/сутки

№ 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

Продолжение табл. 1

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, $t_1 = d_{\bar{n}\delta} / V_2$	0,892
21.	Время сопряжения окон ротора и окон корпуса при загрузке, с, t_2 частота вращения ротора, мин ⁻¹ 3 t_2 5 t_2 8 t_2	4,3 2,8 1,69
22.	Скорость циркуляции щелочного раствора через питатель при различных оборотах, $K = t_2 / t_1 = K_4$ $K_5 = 2,8 / 0,892$ $K_6 = 1,69 / 0,89$ $K_7 = 1,29 / 0,89$	4,8 3,13 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 $Q = 0,2 \text{ м}^3/\text{с}$; $t_1' = d_{\bar{n}\delta} / V_1 = 0,844 / 1,5$	0,56
25.	Кратность циркуляции щелочного раствора через питатель при оборотах 3, 5, 8 мин ⁻¹ , $K_4 = 4,3 / 0,56$ $K_5 = 3,13 / 0,56$ $K_6 = 1,69 / 0,56$ $K_7 = 1,29 / 0,56$	7,6 5,58 3,01 2,3

При этом кратность циркулирующего щелочного раствора при соответствующих оборотах 3; 5 и 8 мин⁻¹ составит 7,6; 5,58 и 3,01, что дает прирост в 40%. Установлена математическая зависимость этого коэффициента от частоты вращения ротора для соответствующей производительности

$$K_{0,125} = 15,1 / n; \quad (5)$$

$$K_{0,2} = 22,95 / n, \quad (6)$$

где $K_{0,125}$ и $K_{0,2}$ – коэффициент кратности циркуляции щелочного раствора через карманы ротора при производительности насоса 0,125 м³/с и 0,2 м³/с; n – частота вращения ротора, мин⁻¹.

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

ся 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, кратные 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 1 до 0,6 и 0,4.

Коэффициент заполнения карманов ротора уменьшается с 100% при трех оборотах в минуту до 60% и 40% при 5 и 8 оборотах в минуту.

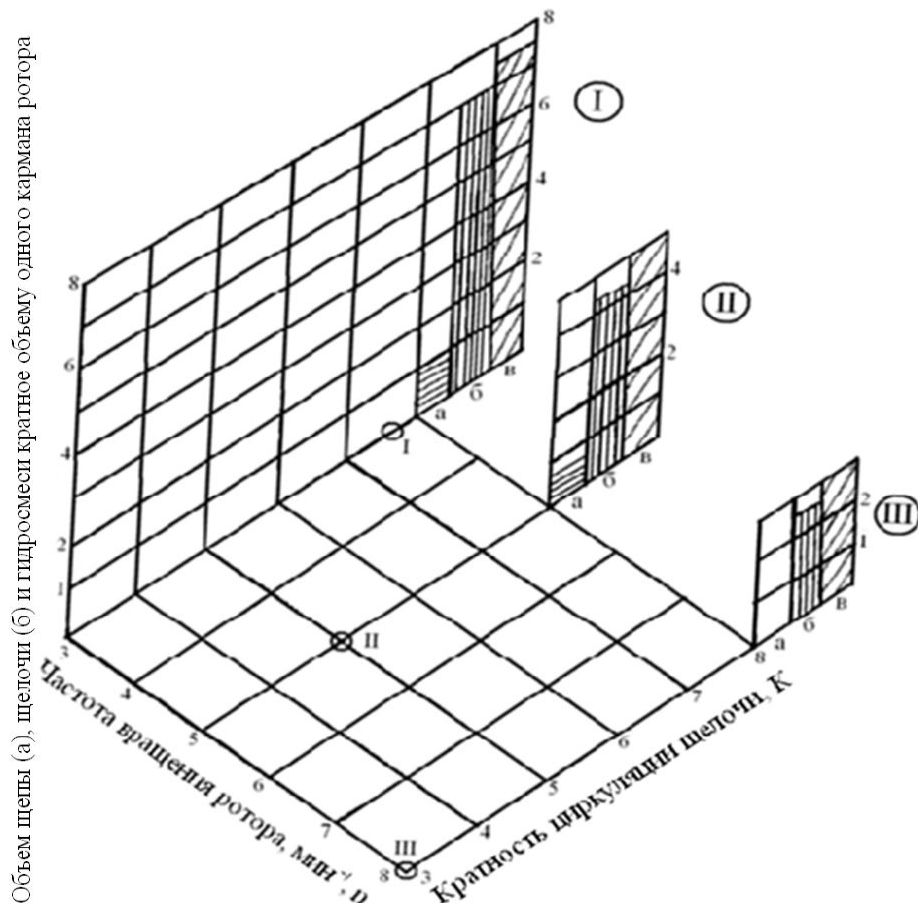


Рис. 2. Зависимость объема щепы (а), щелочи (б) и гидросмеси (в) при загрузке кратное объему кармана ротора от частоты вращения ротора и кратности циркуляции щелока через карман, вращающегося ротора: I – ($n=3 \text{ мин}^{-1}$; $\kappa=7$, б; $a=1$; $v=7$; $v=7,6$); II – ($n=5 \text{ мин}^{-1}$; $\kappa=5$; $a=0,65$; $v=4,35$; $v=5$); III – ($n=8 \text{ мин}^{-1}$; $\kappa=3$; $a=0,4$; $v=2,4$; $v=3$).

Выводы. 1. Двухсекционная конструкция роторного питателя Камюр обуславливает стабильную среднюю скорость заполнения карманов ротора щепой в течение одного оборота ротора.

2. Для количественной оценки грузочной способности роторного питателя предложен новый коэффициент кратности циркуляции щелочного раствора через карманы ротора. Получены математические зависимости этого коэффициента от частоты вращения ротора для соответствующих конических трибосистем.

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

4. Для того, чтобы выполнить загрузку древесной щепы в область высокого давления 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%.

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

Особливості завантаження тріски конічною трибосистемою в зону високого тиску

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

Abstract

Features loads chips conical tribosystem in the high pressure

The features of continuous throughout the year, load 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