

2. Земзин В.Н. Термическая обработка и свойства сварных соединений / Земзин В.Н., Шорин Р.З. – Л.: Машиностроение, 1978. – 368с.
3. Химушин Ф.Ф. Нержавеющие стали / Химушин Ф.Ф. – 2-е издание. – М.: Metallurgiya, 1968. – 798с.
4. Каховский Н.Н. Сварка нержавеющей сталей / Каховский Н.Н. – К.: Техника, 1968. – 312с.
5. Расулов Ю.А. Неразрушающие виды контроля роторов питателей высокого давления непрерывной варки целлюлозы: информ. листок №198-81 / Расулов Ю.А. Камель Г.Н. – Архангельск: АНТУКТНП, 1981. – 3с.

Поступила в редколлегию 23.06.2014.

УДК 669.187.2:536.24

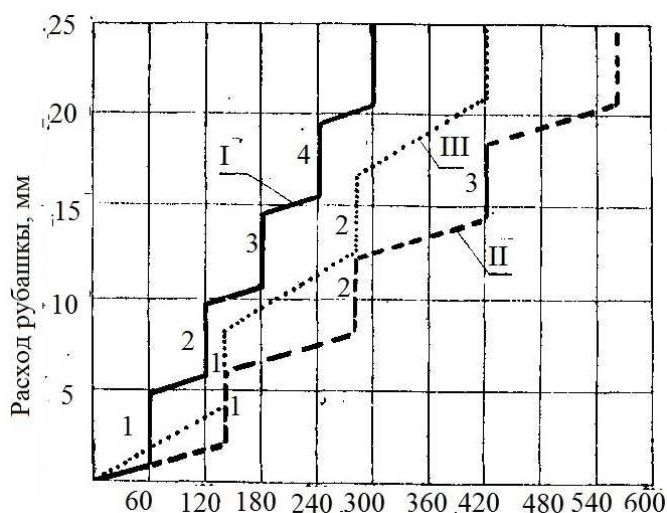
КАМЕЛЬ Г.И., д.т.н., профессор

Днепродзержинский государственный технический университет

### РАЦИОНАЛЬНЫЙ РАСХОД БИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ РУБАШКИ ПИТАТЕЛЯ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

**Введение.** В промышленности установилась технология ремонта питателей, заключающаяся в проточке рубашки корпуса и восстановительной наплавке ротора. До настоящего времени отсутствуют рекомендации о влиянии конструктивных факторов на долговечность рубашки корпуса. На примере питателя Камюр производительностью 320 т/с рассмотрим эти вопросы.

**Постановка задачи.** Целью работы является разработка новой конструкции рубашки корпуса питателя фирмы Камюр, позволяющей уменьшить массу заготовки.



Суммарное осевое перемещение ротора, мм

I – прижим ротора 60 мм; конусность 1:20;

II – прижим ротора 140 мм; конусность 1:20;

III – прижим ротора 140 мм; конусность 1:10

1-4 – количество переточек рубашки корпуса

Рисунок 1 – Зависимость расхода рубашки корпуса от осевого перемещения ротора и используемой конусности

**Результаты работы.** На рис.1 (график 1) представлена зависимость расхода рубашки от суммарного осевого перемещения ротора. Исходная толщина слоя рубашки равна 26 мм, а рабочего слоя – 16-18 мм. Когда толщина рубашки со стороны большего диаметра достигнет 10 мм, производится ее замена. В работе [1] показано изменение расхода рубашки в виде ступенчатого графика. Участки наклона графиков соответствуют постепенному износу рубашки при эксплуатации. При прижиге ротора 60-миллиметровая толщина рубашки уменьшается на 0,9 мм, что составляет 60% от суммарного износа питателя.

Известно, что суммарный износ питателя [1] распределяется между ротором и корпусом в соотношении: 40% суммарного износа приходится на ротор и 60% – на рубашку. После выработки всего прижима ротора (осевое перемещение конического ротора на 100 мм относительно конического корпуса) осуществляется проточка рубашки. При этом толщина снимаемого слоя металла рубашки при ремонте составляет в среднем 4 мм на сторону. В отдельных случаях эта величина достигает 5-6 мм. Таким образом, при ремонте снимается слой, в четыре-пять раз превышающий величину износа рубашки при эксплуатации. Большая величина снимаемого слоя рубашки при ремонте объясняется неравномерным износом рубашки корпуса по диаметру и по образующей рубашки.

Наклон кривой износа (рис.1, график 1) не изменяется при „выработке” очередного прижима ротора. При том, как и на первой ступени, величина износа рубашки корпуса на сторону составляет 0,9 мм.

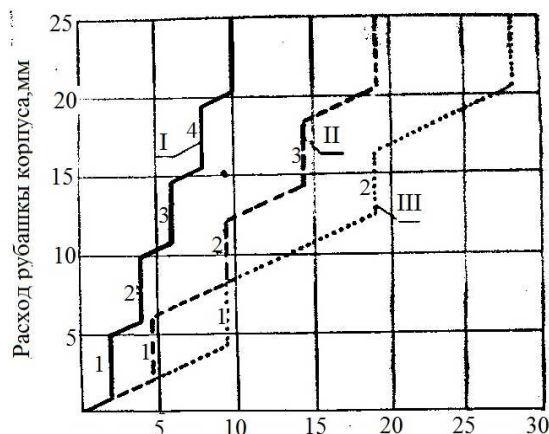
После этого питатель снова подвергается ремонту. Из графика 1 видно, что рубашка может выдерживать максимум четыре переточки, соответствующие четырем циклам работы и ремонта рубашки. Максимальная величина прижима ротора в течение четырех циклов работы составляет 240 мм. За счет введения цилиндрических участков или изменения конусности сопрягаемых поверхностей при неизменных размерах рубашки величина суммарного прижима ротора в питателе за все время работы рубашки может увеличиться соответственно до 540 (график 2) и 420 мм (график 3). В табл.1 приведены исходные размеры рубашки корпуса, суммарный износ питателя, величина износа ротора и рубашки, долговечность, интенсивность износа и количество переточек рубашки в зависимости от величины прижима ротора и конусности сопряжения.

Таблица 1 – Количество и размеры обечаек в корпусе питателя Камюр

Длина сплошной обечайки и другие параметры	Конусность	Производительность питателя, т/с		
		900	500	320
Длина целой рубашки, мм		1750	1240	1060
Высота ступеньки корпуса, мм	1:20	8,8	8,0	8,8
	1:15	8,5	8,3	8,8
	1:10	8,0	9,0	8,9
Длина составной рубашки, мм	1:20	350	310	265
	1:15	250	248	265
	1:10	160	177	177
Количество обечаек в корпусе	1:20	5	4	3
	1:15	7	5	4
	1:10	9	7	6

На основании табл.1 и экспериментальных данных построены графики (рис.2) зависимости долговечности рубашки корпуса от ее расхода. Из рис.2 видно, что для питателя она составила 10 месяцев. При этом рубашка выдержала четыре переточки. При увеличении прижима ротора с 60 до 140 мм суммарная долговечность питателя увеличилась почти в два раза, а количество переточек рубашки сократилось до трех.

При переходе на конусность 1:10 и увеличении прижима ротора до 140 мм суммарная долговечность питателя увеличивается в три с половиной раза, а количество переточек рубашки сокращается с четырех до двух раз. Сокращение количества переточек рубашки объясняется тем, что с увеличением долговечности питателя (табл.2) на каждый цикл эксплуатации увеличивается суммарный расход рубашки. Так, при увеличении срока службы питателя с двух до девяти месяцев износ рубашки возрастает с 0,9 до 4.2 мм.



Суммарное осевое перемещение ротора, мм

- I – прижим ротора 60 мм; конусность 1:20;
  - II – прижим ротора 140 мм; конусность 1:20;
  - III – прижим ротора 140 мм; конусность 1:10
- 1-4 – количество переточек рубашки корпуса

Рисунок 2 – Зависимость расхода рубашки корпуса от долговечности питателя, конусности и величины прижима ротора

Из табл.2 и рис.1, 2 видно, что на количество переточек корпуса оказывает влияние ряд конструктивных факторов.

Для определения числа проточек рубашки корпуса предлагается зависимость:

$$H = \frac{\sigma}{\frac{\Pi_p \cdot K}{2} \mu + S_{II}}, \quad (1)$$

где  $H$  – число переточек рубашки корпуса;  $\sigma$  – исходная рабочая толщина рубашки, мм;  $\Pi_p$  – прижим ротора, мм;  $K$  – конусность;  $\mu = 0,6$  – коэффициент, учитывающий долю суммарного износа питателя, приходящего на рубашку;  $S_{II}$  – припуск на проточку рубашки при ремонте, мм [1, 2].

Таблица 2 – Зависимость количества переточек рубашки от конусности и величины прижима ротора

Параметры	Конусность ротора и рубашки корпуса					
	1:20			1:10		
	Прижим ротора, мм			Прижим ротора, мм		
	60	90	140	60	90	140
Толщина рубашки, мм	26	26	26	26	26	26
Суммарный износ питателя, мм	1,5	2,25	3,5	3,0	4,5	7,0
Износ ротора, мм	0,6	0,9	1,4	1,2	1,8	2,08
Износ рубашки, мм	0,9	1,35	2,1	1,8	2,7	4,2
Долговечность, мес.	2,0	3,0	4,7	4,0	6,0	9,3
Интенсивность износа рубашки, мм/мес.	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Количество переточек рубашки	4,0	4,0	3,0	3,0	3,0	3,0

Приведенная формула справедлива для любого роторного питателя. Из нее видно, что увеличение прижима ротора, изменение конусности сопрягаемых поверхностей деталей питателя ведут не только к увеличению долговечности питателя, но и к сокращению количества переточек рубашки. При сокращении количества переточек рубашки резко сокращаются материальные затраты на проведение ремонтных работ. Из изложенного следует, что рациональный расход рубашки питателя возможен при увеличении рабочего слоя рубашки и увеличении суммарного износа питателя (за счет увеличения прижима ротора, изменения конусности, сокращения количества переточек рубашки и припуска).

Математическая обработка данных с использованием графического интерпретатора данных позволила получить графические зависимости массы заготовок, отходов материала рубашки в известной и новой конструкциях (рис.1) в зависимости от угла установки суппорта.

Одновременно получены уравнения регрессии:

$$P_{отх}^{изв} = (258,92 + 154,64\alpha_{II} - 7,73\alpha_{II}^2) \pm 17,45, \quad R = 0.96 \quad (2)$$

$$P_{заг}^{нов} = (183,94 + 130,83\alpha_{II} - 3,92\alpha_{II}^2) \pm 22,63, \quad R = 0.98 \quad (3)$$

$$P_{отх}^{изв} = (122,41 + 163,12\alpha_{II} - 7,82\alpha_{II}^2) \pm 27,39, \quad R = 0.98 \quad (4)$$

$$P_{отх}^{нов} = (122,76 + 28,42\alpha_{II} - 0,14\alpha_{II}^2) \pm 4,12, \quad R = 1 \quad (5)$$

где  $P_{заг}^{изв}$  и  $P_{заг}^{нов}$  – массы заготовок соответственно в известной и новой конструкциях рубашки корпуса, кг;  $P_{отх}^{изв}$  и  $P_{отх}^{нов}$  – отходы рубашки соответственно в известной и новой конструкциях рубашки корпуса, кг;  $\alpha_{II}$  – угол установки суппорта, град. (конусность) [1, 2].

Срок службы рубашки корпуса – месяц.

Из уравнений (2) и (5) видно, что применение новой конструкции рубашки корпуса способствует уменьшению массы заготовки и снижению отходов рубашки при ее изготовлении.

**Выводы.** Установлено, что новая конструкция ступенчатого корпуса и составных частей рубашки позволяет увеличить суммарный износ питателя, долговечность питателя, снизить массу заготовок рубашек и упростить технологию изготовления и ремонта деталей питателя.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Камель Г.И. Роторные питатели установок непрерывной варки целлюлозы / Камель Г.И. – М.: Лесная промышленность, 1987. – 160с.
2. Камель Г.И. Повышение надежности и производительности роторных питателей непрерывной варки на базе системного анализа их функционирования: дис. ... доктора техн. наук: 05.22.12 / Камель Георгий Иванович. – Санкт-Петербург, 1999. – 432с.

*Поступила в редколлегию 01.07.2014.*

УДК 671.791,927.5

КАМЕЛЬ Г.И., д.т.н., профессор

Днепродзержинский государственный технический университет

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ НА РАБОЧИХ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ СОПРЯГАЕМЫХ КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЯХ ПИТАТЕЛЕЙ ТРУБОПРОВОДНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ**

**Введение.** В целлюлозно-бумажной промышленности для производства целлюлозы широко используются варочные котлы непрерывного действия шведской фирмы Камюр. На этих установках получают 85% всей товарной целлюлозы. Таких установок в России находится в эксплуатации 75, в США – 150, а в мире – более 500. В этих установках необходимо непрерывно в течение года подавать древесную щепку в варочный котел, находящийся под давлением 1,2 Мпа, имеющий температуру 160-180С°, щелочную среду. Общая высота котла 60-80м.

*Анализ публикаций.* В настоящее время согласно работе Крагельского Н.Д. [1] в