

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Дональд В., Хершмиллер Х., Симонс А. Опыт реконструкции целлюлозных и бумажных заводов в соответствии с требованиями технологии 90-х годов // Вторая междунар. научно-техн. конф. ПАП-ФОР, 93.—СПб., 1993.—С. 14—36. [2]. Озон и его использование в целлюлозно-бумажной промышленности. Сер. «Целлюлоза, бумага, картон»: Обзор. информ.—1990.—Вып. 10.—С. 28. [3]. Germgard B. U., Norstedt A., Sjödin L. The futur for blaching // Puls and Paper international.—1994.—March.—P. 53—57.

Поступила 20 июня 1994 г.

УДК 676.621

*Л. Ф. КУЛЕШОВ, А. А. НОГОВИЦЫН, В. В. МИРОНОВА*



Кулешов Леонид Федорович родился в 1929 г., окончил в 1953 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой машин и аппаратов ЦБП Архангельского государственного технического университета. Имеет 80 печатных трудов в области комплексного использования древесного сырья.



Ноговицын Александр Анатольевич родился в 1954 г., окончил в 1977 г. Архангельский лесотехнический институт, старший преподаватель кафедры машин и аппаратов ЦБП Архангельского государственного технического университета. Имеет 30 печатных трудов в области комплексного использования древесного сырья.



Миронова Валентина Васильевна родилась в 1943 г., окончила в 1966 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры машин и аппаратов ЦБП Архангельского государственного технического университета. Имеет 29 печатных трудов в области комплексного использования древесного сырья.

## **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ СИСТЕМ ПРИНУДИТЕЛЬНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ ВАРОЧНЫХ УСТАНОВОК ЦЕЛЛЮЛОЗЫ**

Предложены системы принудительной циркуляции для установок периодической варки целлюлозы, позволяющие повысить надежность подогревателей за счет уменьшения цикличности их работы.

Forced circulation systems for digesters of cyclic pulping allowing to improve the heaters reliability by reducing their operation cyclicity have been offered.

Установки для варки целлюлозы периодического и непрерывного действия с принудительной циркуляцией варочного раствора имеют как прямой (пар вводится непосредственно в котел), так и непрямой (варочный раствор нагревается в кожухотрубчатых подогревателях) обогрев. Системы с непрямым обогревом обладают рядом преимуществ [4].

Для варочных установок периодического действия с непрямым обогревом применяют различные системы принудительной циркуляции варочного раствора. Наиболее широко используются три системы (рис. 1) [5]. Первые две находят применение при производстве сульфатной, моносульфатной, нейтрально-сульфитной и др. видов целлюлозы, когда в варочном реагенте отсутствует свободно растворимый  $\text{SO}_2$ .

При принудительной циркуляции варочный раствор отбирают из котла, по трубопроводам подают в подогреватель, откуда его снова закачивают в котел. В зависимости от системы циркуляции нагретый варочный раствор может подаваться только в нижнюю часть варочного котла (рис. 1, а) или в верхнюю и нижнюю части в равных соотношениях (рис. 1, б). В системе, изображенной на (рис. 1, в);  $2/3$  варочной жидкости поступает в верхнюю часть котла через подогреватель, а  $1/3$  — в нижнюю, минуя его. При этом температура варочной жидкости в нижней части на  $1 \dots 2^\circ\text{C}$  ниже, чем в верхней. Это несколько компенсирует влияние повышенной концентрации  $\text{SO}_2$  в варочной жидкости благодаря большей растворимости его за счет давления столба жидкости.

Нагрев варочного раствора в подогревателе осуществляют согласно технологическому регламенту. Например, при варке сульфитной целлюлозы в котлах периодического действия в отечественной практике наиболее часто применяют температурный график с двумя стоянками: при температуре  $105 \dots 110^\circ\text{C}$  и при конечной температуре около  $140^\circ\text{C}$ . Во время выдержки котла в период заварки или варки варочный раствор циркулирует по обводному трубопроводу, минуя подогреватель.

Такая периодичность работы подогревателя отрицательно сказывается на его надежности. Одной из основных причин, уменьшающих межремонтный цикл работы подогревателей, является коррозия теплообменных трубок. Проведенный анализ подогревателей варочных установок АО «Архангельский ЦБК» показал, что одна из самых распространенных причин выхода из строя теплообменных трубок — точечная коррозия и, как следствие, образование продольных трещин [3]. Длина трещин на трубках варьируется от  $5 \dots 6$  мм до  $50 \dots 100$  мм, шири-

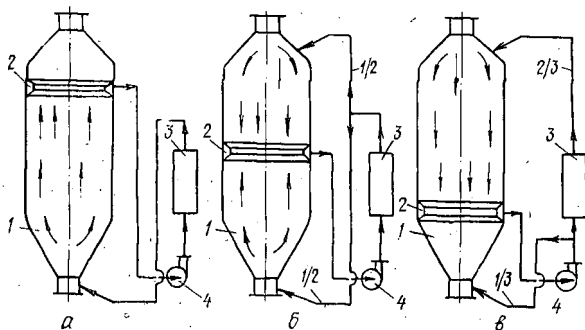


Рис. 1. Системы принудительной циркуляции варочного реагента (щелока) [5] с верхним (а), средним (б), нижним (в) заборным циркуляционным ситом: 1 — корпус котла; 2 — заборное сито; 3 — подогреватель (теплообменник) варочного реагента; 4 — циркуляционный насос

на — от 0,1 до 1,0 мм. Влияние агрессивной среды, вызывающей коррозию материала трубок, усиливается напряжениями в местах их соединения с трубными решетками. Цикличность напряжений, возникающих вследствие температурных деформаций, способствует коррозионному воздействию среды.

К подогревателям, устанавливаемым на линиях циркуляции варочного раствора, предъявляются высокие требования, такие, как стойкость к агрессивным средам, высокая надежность, т. е. обеспечение несмешиваемости нагреваемой и греющей сред, возможность очистки теплообменных поверхностей.

Наибольшее распространение получили кожухотрубчатые теплообменники с температурным компенсатором на кожухе и плавающей головкой. Нарушение плотности соединения трубок с трубной решеткой относится к причинам, затрудняющим их использование в системах циркуляции варочного раствора.

Теплообменники с плавающей головкой, имеющие большую возможность компенсации температурных удлинений трубок, при периодическом нагружении работают крайне неудовлетворительно. В результате значительной разности температур трубок разных ходов подогревателя в момент пуска варочной установки и после выгрузки котла происходит перекося трубного пучка [5]. Многократное повторение такого явления приводит к нарушению герметичности крепления трубок в трубной решетке.

Для периодической варки целлюлозы устанавливают несколько варочных котлов (как правило 5—6 и более), работающих по смещенному графику. Нами предложено установить на два варочных котла периодического действия один двухсекционный подогреватель с различными площадями поверхностей теплообмена. Схема установки показана на рис. 2 [1]. В период подъема температуры в одном из варочных котлов циркуляция варочного раствора осуществляется через большую секцию подогревателя. Поверхность теплообмена этой секции обеспечивает подъем температуры за необходимый промежуток времени, определенным графиком ведения процесса варки. В период выдержки (стоянки) при определенной температуре циркуляция варочного раствора осуществляется через секцию подогревателя с меньшей площадью поверхности нагрева. В этом случае полученная варочным раствором теплота обеспечивает компенсацию тепловых потерь в окружающую среду. Другой варочный котел работает по смещенному (относительно первого) графику. В период стоянки первого котла второй находится в стадии подъема температуры, а варочный раствор циркулирует через секцию подогревателя с большей площадью поверхности теплообмена.

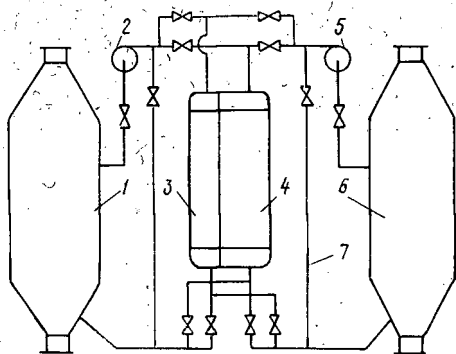


Рис. 2. Установка для получения целлюлозы [1]: 1, 6 — варочный котел; 2, 5 — циркуляционный насос; 3 — меньшая секция подогревателя; 4 — большая секция; 7 — циркуляционная труба

Использование двухсекционного подогревателя в системе принудительной циркуляции двух варочных котлов повышает стабильность работы подогревателя, его надежность.

В качестве камеры с меньшей площадью поверхности теплообмена в [2] предлагается использовать циркуляционные трубы, выполненные в виде теплообменника типа «труба в трубе». В этом случае подогрев варочного раствора в период стоянки при определенной температуре осуществляется в теплообменнике типа «труба в трубе». Основной подогреватель работает в периоды подъема температуры. Расчеты показали, что длина циркуляционных труб обеспечивает необходимую площадь поверхности теплообмена.

Таким образом, в предлагаемых схемах систем принудительной циркуляции вследствие исключения колебаний температуры в подогревателе и цикличности его работы достигнута более высокая надежность, чем в случае работы подогревателя на один варочный котел.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. А. с. 1359381 СССР, МКИ Д 21 С 7/00. Установка для получения целлюлозы / Н. И. Мирмов, А. А. Ноговицын, Г. В. Афанасьев.— № 3904204/31-12; Заявлено 4.06.85; Оpubл. 15.12.87, Бюл. № 46 // Открытия. Изобретения.— 1987.— № 46.— С. 117. [2]. А. с. 1491921 СССР, МКИ Д 21 С 7/00. Установка для получения целлюлозы / А. А. Ноговицын, В. В. Миронова, Л. Ф. Кулешов.— № 4353608/29-12; Заявлено 30.12.87; Оpubл. 07.07.89, Бюл. № 25 // Открытия. Изобретения.— 1989.— № 25.— С. 117. [3]. Мирмов Н. И., Кулешов Л. Ф., Александров В. М. Коррозионное растрескивание труб теплообменников // Машины и аппараты целлюлозно-бумажного производства: Межвуз. сб. науч. тр.— ЛТА, 1988.— С. 122—125. [4]. Непенин Н. Н. Технология целлюлозы / Под ред. Ю. Н. Непенина.— М.: Лесн. пром-сть, 1976.— Т. 1: Производство сульфитной целлюлозы.— 624 с. [5]. Гордун Г. А. Машины и аппараты целлюлозного производства // Учеб. пособие для вузов.— М.: Лесн. пром-сть, 1986.— 440 с.

Поступила 26 июня 1994 г.

УДК 676.052/53

#### И. Д. КУГУШЕВ, Ю. Н. ШВЕЦОВ

Кугушев Илья Дмитриевич родился в 1914 г., окончил в 1949 г. Ленинградский политехнический институт; доктор технических наук, профессор кафедры машин автоматизированных систем С.-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров. Имеет 247 печатных трудов в области сортирования, обезвоживания, прессования, реологии бумажных масс; сушки бумаги; проектирования и конструирования бумагоделательных машин и машин для производства полимеров.



Швецов Юрий Николаевич родился в 1948 г., окончил в 1972 г. Ленинградский технологический институт ЦБП, кандидат технических наук, доцент кафедры машин автоматизированных систем С.-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров. Имеет 38 печатных трудов в области обезвоживания бумажной массы, оптимизации параметров работы БКДМ.

