

**Ц
Б
К**

Pulp

еллюлоза

Paper

умага

Board

артон

04 [2011]

- ЦБП России после кризиса.
- Набережночелнинскому КБК – 30 лет.
- Из России – в Китай.
- Гофропродукция в России. Дискуссия продолжается.
- Обзор рынка бумажных изделий.
- Проект “Лиственница”.
- Итоги I кв. 2011 года.
- Юбилей Рубежанского КТК.
- Предлагают зарубежные поставщики: Andritz; Voith; BASF; Hergert; Roquette...

Проект «Лиственница»*. Технология сульфатной варки. Конкурентоспособность периодической и непрерывной варок в условиях реконструкции предприятий

Э. Л. Аким, Ю. Г. Мандре,
Ю. С. Иванов, М. В. Коваленко,
СПб ГТУ РП; С. И. Пондарь,
Ю. Н. Заяц, АО «Группа «Илим»;
А. Д. Сергеев, СибНИИ ЦБП

Большинство технологических процессов на сульфатно-целлюлозных заводах являются непрерывными. И хотя варку целлюлозы можно проводить как непрерывным, так и периодическим методами [1-3], на многих действующих предприятиях до сих пор сохранилась и действует периодическая варка целлюлозы. Однако, при периодической варке все предыдущие стадии технологического процесса, а также последующие стадии осуществляются непрерывно.

На протяжении достаточно длительного времени считалось несомненным, что непрерывность технологического процесса является одним из признаков его совершенства.

Так, считается, что, по сравнению с традиционной периодической, непрерывная варка целлюлозы обладает рядом преимуществ:

- более высоким выходом целлюлозы с 1 м³ реакционного объема (котла, варочной установки), что позволило довести единичную мощность современной варочной установки до 4500 т/сутки;
- более низким удельным расходом пара на варку;
- возможностью осуществления диффузионной промывки массы в варочной установке с отбором на регенерацию крепкого черного щелока;

– постоянством расходов пара и энергии (что облегчает управление работой тепловой станции).

Эти преимущества, на первый взгляд, делают непрерывный процесс более экономичным и привлекательным по сравнению с периодическим. Иногда даже возникал вопрос: «Имеет ли периодическая варка право на жизнь?».

Однако анализ сопоставительных производственных характеристик варочных установок непрерывного и периодического действия не заканчивается перечислением достоинств установок непрерывного действия. Эти установки имеют ряд специфических особенностей, которые будут подробнее проанализированы ниже, меняющихся в ряде случаев конкурентоспособность периодических и непрерывных систем варки целлюлозы.

*Проект «Разработка инновационной технологии комплексной переработки древесины лиственницы (с выводом на мировые рынки нового вида товарной целлюлозы)» – вышел победителем открытого публичного конкурса по отбору организаций на право получения субсидий на реализацию комплексных проектов по созданию высокотехнологичного производства в целях государственной поддержки развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций реального сектора экономики. Инициатором проекта «Лиственница» выступило ОАО «Группа «Илим». Партнером по комплексному проекту создания высокотехнологичного производства является «Санкт-Петербургский государственный технологический университет растительных полимеров» Проект осуществляется при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (Минобрнауки России) [4].

В последние несколько десятилетий ведущие компании, специализирующиеся в разработке технологических процессов и оборудования для производства целлюлозы, разработали значительные усовершенствования в схемах установок периодического действия. За счет этих усовершенствований конкурентоспособность процессов варки целлюлозы периодического действия, в сравнении с установками непрерывной варки, значительно повысилась. Кроме того, развитие информационных и компьютерных технологий привело к возможности достаточно эффективной автоматизации систем периодической варки. Особенно актуален вопрос о конкурентоспособности периодической и непрерывной варки в условиях реконструкции предприятий. А ведь именно путь реконструкции существующих предприятий для российской ЦБП сегодня является основным [4-5], т. к. грандиозные проекты строительства десятка (или десятков) новых ЦБК так и остаются «проектами».

В предлагаемой статье анализ конкурентоспособности периодической и непрерывной варки в условиях реконструкции предприятий дается на основе последних достижений в технологии целлюлозы с учетом специфики российских предприятий.

Химические основы технологии сульфатной варки одинаковые для непрерывного и периодического процессов. Очевидно, в связи с этим, что основные различия между двумя этими процессами (периодическим и непрерывным) возникают из-за различий аппаратного оформления процесса и возможности, в связи с этим, совмещения или разделения стадий процесса, что определяет «технологичность» процесса.

Принципиальная технологическая схема варочной установки непрерывного действия представлена на **рис. 1**. Для упрощения описания основных процессов, происходящих при непрерывной варке, определяющих слож-

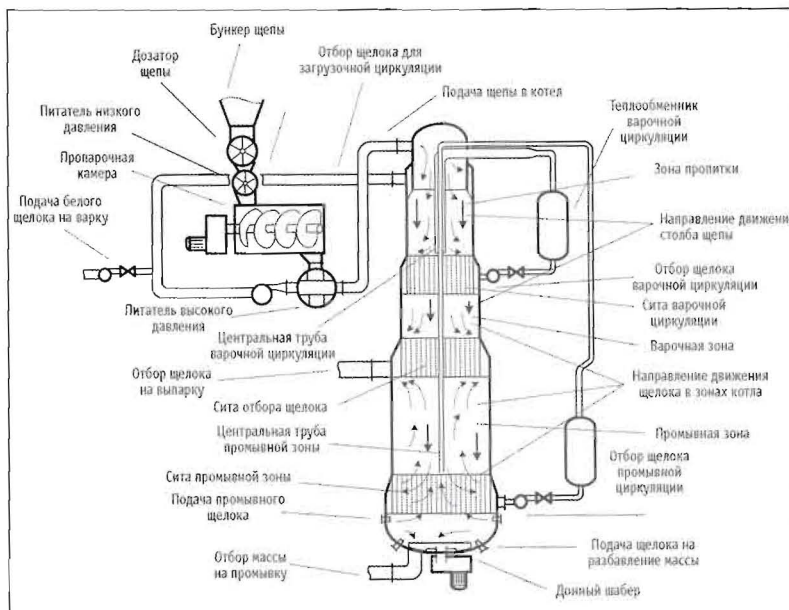


Рис. 1. Упрощенная принципиальная технологическая схема варочной установки непрерывного действия (установка Камюр).

ность управления и возможности достижения стабильных показателей производства и качества выпускаемой продукции, из схемы исключены некоторые элементы, присутствующие на реальных производствах.

К ним, например, относятся:

- нижняя варочная циркуляция,
- уравнительная циркуляция,
- верхняя промывная циркуляция,
- циркуляция протечек через торцы питателя высокого давления и т. п.

Описание процесса начнем с подачи щепы из бункера в пропарочную камеру. Основная задача пропарочной камеры – нагрев щепы для удаления легко летучих веществ и воздуха из капиллярно-пористой структуры щепы, ее внутренних слоев. Если воздух не удален, то при попадании щепы в варочный котел оставшиеся внутри щепы пузырьки воздуха препятствуют равномерной пропитке щепы варочным щелоком. При этом, не только ухудшается равномерность провара щепы [1-3, 6], но и снижается плотность (удельный вес) щепы. Последнее имеет принци-

пиально важное значение, как будет показано ниже, для котлов непрерывного действия. Кроме того, наличие воздуха, который из-за недостаточной пропарки щепы остался в массе, выходящей из котла, вызывает повышенное пенообразование в отделе промывки и сортирования небеленой целлюлозы.

После пропарки щепы поступает в питатель высокого давления, через который потоком циркулирующего щелока закачивается в верхнюю часть котла (для краткости в статье не описывается работа верхнего сепаратора – для котлов с паровой фазой или гидравлических котлов). Щелок через сита верхнего сепаратора возвращается в систему циркуляции, а щепы опускается на столб щепы, который медленно движется вниз. Щепы тонет в щелоке под собственным весом. Вот почему удельный вес щепы в щелоке имеет важнейшее значение. Если плотность пропитанной щепы меньше плотности щелока, то она попросту останется плавать, а если все же больше, но недостаточно, то плотность столба щепы будет

снижаться. Поскольку в загрузочную циркуляцию дозируется белый щелок на варку, то часть щелока из загрузочной циркуляции также поступает в котел. Поток этого щелока движется в том же направлении, что и столб щепы. Однако скорость этого потока и давление на столб щепы, который этот поток создает, зависит от плотности столба (свободный просвет между щепой). Это давление в свою очередь влияет на уплотнение щепы в нижних слоях столба.

При достижении столбом щепы зоны, где установлены сита варочной циркуляции, внутри столба появляется еще один поток щелока. Это поток щелока, циркулирующего в варочной зоне. Циркуляция в варочной зоне необходима для доведения температуры в зоне варки до необходимой величины. Щелок отбирается через сита варочной зоны, нагревается в теплообменнике и через центральную трубу подается обратно в котел на уровне сит. Направление движения этого потока перпендикулярно движению столба щепы, от центра к периферии. Если столб щепы недостаточно плотный (просветы между щепой достаточно велики), и если в щеле присутствует много мелочи и опилок, то может происходить унос щелоком мелочи из центральных слоев к периферии. В конечном итоге эта мелочь может начать забивать сита и привести к потере расхода в системе варочной циркуляции. Это в свою очередь приведет к увеличению температурного градиента – разницы температуры варки в центре котла и на периферии. Кроме того, в отдельных случаях из-за забивания сит растет перепад давления внутри котла и за ситами. Это в свою очередь может приводить к «зависанию» котла. Столб щепы присасывается к ситам и перестает двигаться, а та часть столба, которая ниже сит, продолжает двигаться.

Следующая зона, в которой происходят подобные явления (возможность забивания сит и снижение расхода от-

бираемого через сита щелока) – это зона отбора. Разница заключается в том, что в зоне отбора появляется еще один поток щелока. Это восходящий поток промывного щелока.

На столб щепы в промывной зоне (ниже зоны отбора) действуют различные силы. Верхний столб щепы продолжает давить на столб сверху вниз, а восходящий поток промывного щелока подпирает столб снизу. Если столб до входа в промывную зону был недостаточно плотным, то происходит его уплотнение. Это приводит к замедлению движения столба (что, в свою очередь, может привести к изменению нагрузки на донный шабер и изменению концентрации на выдувке массы из котла). Если же в столбе произошел разрыв столба из-за зависания на ситах варочной зоны или зоны отбора, то давления верхней части столба не будет и восходящий поток промывного щелока может остановить движение столба щепы.

В нижней части котла распределение потоков меняется. В низ котла подается промывной щелок (фильтрат с последующих промывных аппаратов), который должен двигаться через столб щепы вверх к зоне отбора, и вытеснять более крепкий щелок из столба. Также в низ котла подается щелок на разбавление массы перед выдувкой (тот же самый фильтрат, практически в ту же самую зону).

В нижней части котла производится целый ряд операций по управлению режимом котла. Это – регулирование объема выгружаемой из котла массы, регулирование концентрации выдуваемой массы, регулирование давления в котле. Любые регулировки влияют на распределение гидравлических потоков, присутствующих в зоне, а также на силы, действующие на столб щепы и влияющие на его уплотнение (расслабление) и скорость движения.

Описанные выше некоторые особенности работы установок непрерывного действия позволяют перейти к анализу недостатков систем такого типа.

Сложность управления процессом варки целлюлозы на установках непрерывного действия практически исключает возможность обеспечения той стабильности режима варки и равномерности качества готовой целлюлозы, которого можно добиться при периодической варке.

Для снижения вероятности возникновения нарушений в работе котла непрерывного действия повышаются требования к качеству щепы, в частности, по содержанию в ней мелкой фракции, степени пропарки и пропитки щепы щелоком.

Установки непрерывной варки работают достаточно хорошо только при обеспечении стабильной производительности и поддержании состояния оборудования на очень высоком техническом уровне.

Во время переходных режимов – в периоды пусков и остановов, а также при изменении вида и качества сырья – неизбежно получение большого количества некондиционной продукции или, как минимум, продукции пониженного качества.

Высокая насыщенность непрерывного производства очень сложным в эксплуатации и техническом обслуживании оборудованием требует очень высокой квалификации технологического персонала и современной системы технического обслуживания, основанного не на реагировании на произошедшие поломки, а на прогнозировании и предотвращении поломок (к сожалению, на многих предприятиях службы персонала озабочены в основном «оптимизацией» численности персонала, а не оптимизацией функций и организационной структуры производства, и организацией необходимого уровня постоянного обучения и повышения квалификации персонала). Остановка любого вида основного оборудования варочной установки (пропарочная камера, питатели высокого и низкого давления, донный шабер, верхний сепаратор, насосы высокого давления и т.п.) вследствие ошибок тех-

нологического или технического персонала приводит к полной остановке производства, и может полностью парализовать работу смежных цехов, что негативно скажется на производстве конечной продукции.

При эксплуатации установки непрерывной варки недостаточно контролировать основные ее параметры. Управление процессом значительно осложняется колебаниями в движении столба щепы, потоков щелока и целлюлозной массы внутри варочного котла, а наличие противоточных зон вносит в работу установок непрерывной варки дополнительные сложности.

Прекращение же работы одного из группы котлов периодического действия, имеющихся на предприятии, означает снижение производительности всего на несколько процентов. К тому же установки периодического действия значительно легче управляются.

Принципиальная технологическая схема традиционной варочной установки периодического действия представлена на рис. 2.

Традиционно оборот периодического котла составляет от 230 до 560 мин и складывается из следующих операций:

- осмотр котла (10 мин),
- загрузка щепы (30-60 мин),
- заливка щелоков (30-40 мин),
- заварка (120-300 мин),
- варка (30-120 мин),
- выдувка (10-30 мин).

Удельный расход пара при традиционной периодической варке обычно примерно в 1,5-2,0 раза выше, чем при непрерывной варке.

Основная причина более высокого расхода пара – повышенный гидромодуль, который при периодической варке составляет (3,8-4,5):1, тогда как при непрерывной варке – (2,7-3,2):1. Из-за относительно большого количества жидкости в котле соответственно увеличиваются затраты тепла на ее нагрев. Это и есть главный недостаток периодической варки по сравнению с непрерывной варкой – традиционная пери-

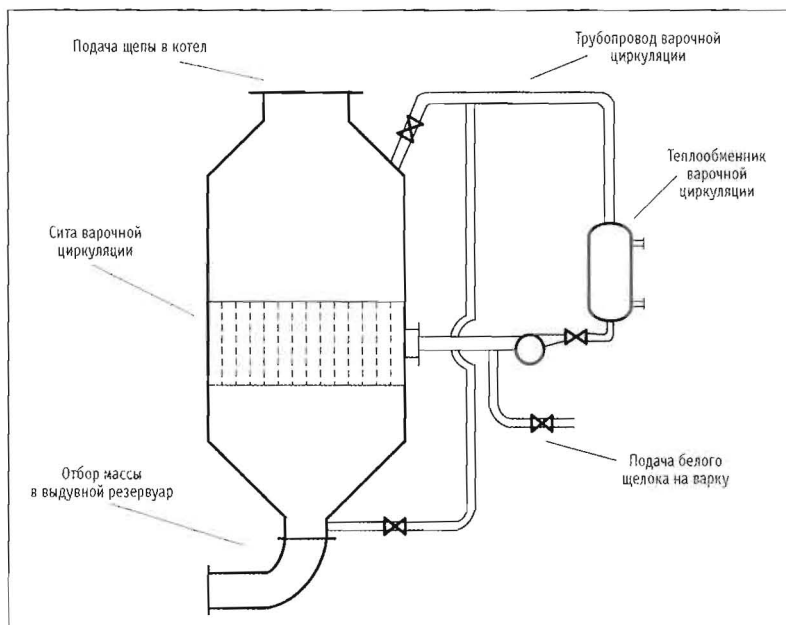


Рис. 2. Схема традиционной варочной установки периодического действия.

одическая варка уступает непрерывной, главным образом, по удельному расходу пара и по удельной производительности.

Вместе с тем, при периодической варке качество получаемой целлюлозы стабильнее, так как щепы проваривается по толщине более равномерно, чем при непрерывной варке. Концентрация активной щелочи в аппаратах непрерывного действия из-за меньшего гидромодуля выше, чем в периодическом котле, что ускоряет варку, но ухудшает равномерность провара целлюлозы.

Другой причиной неоднородности провара в непрерывно-действующем аппарате является невозможность иметь одинаковую температуру по сечению. Температура в центре котла всегда на несколько градусов выше, чем на периферии (а при забивании сит варочной циркуляции разница температур может достигать 10°C и более), поэтому делигнификация в центре и на периферии котла идет с разной скоростью.

В последние десятилетия XX века в промышленности появились способы усовершенствованной периодической варки, такие как **RDH (Rader displacement heating)**, **SuperBatch**, **SuperBatch – K**, **EnerBatch**, **DualC**.

Главная технологическая особенность этих способов – использование тепла черного щелока, отбираемого из котла после окончания варки, путем вытеснения его слабым холодным щелоком ($t \approx 70^\circ\text{C}$), получаемым после промывки целлюлозы. После завершения операции вытеснения температура в котле снижается до 85-90°C, и его опорожнение должно осуществляться методом вымывки, а не избыточным давлением, как в традиционной периодической варке.

Вытеснение горячего черного щелока из котла перед разгрузкой играет роль первой ступени промывки, поэтому при том же наборе оборудования общая эффективность промывки целлюлозы оказывается значительно выше.

Горячий черный щелок, вытесняемый из котла при конечной температуре

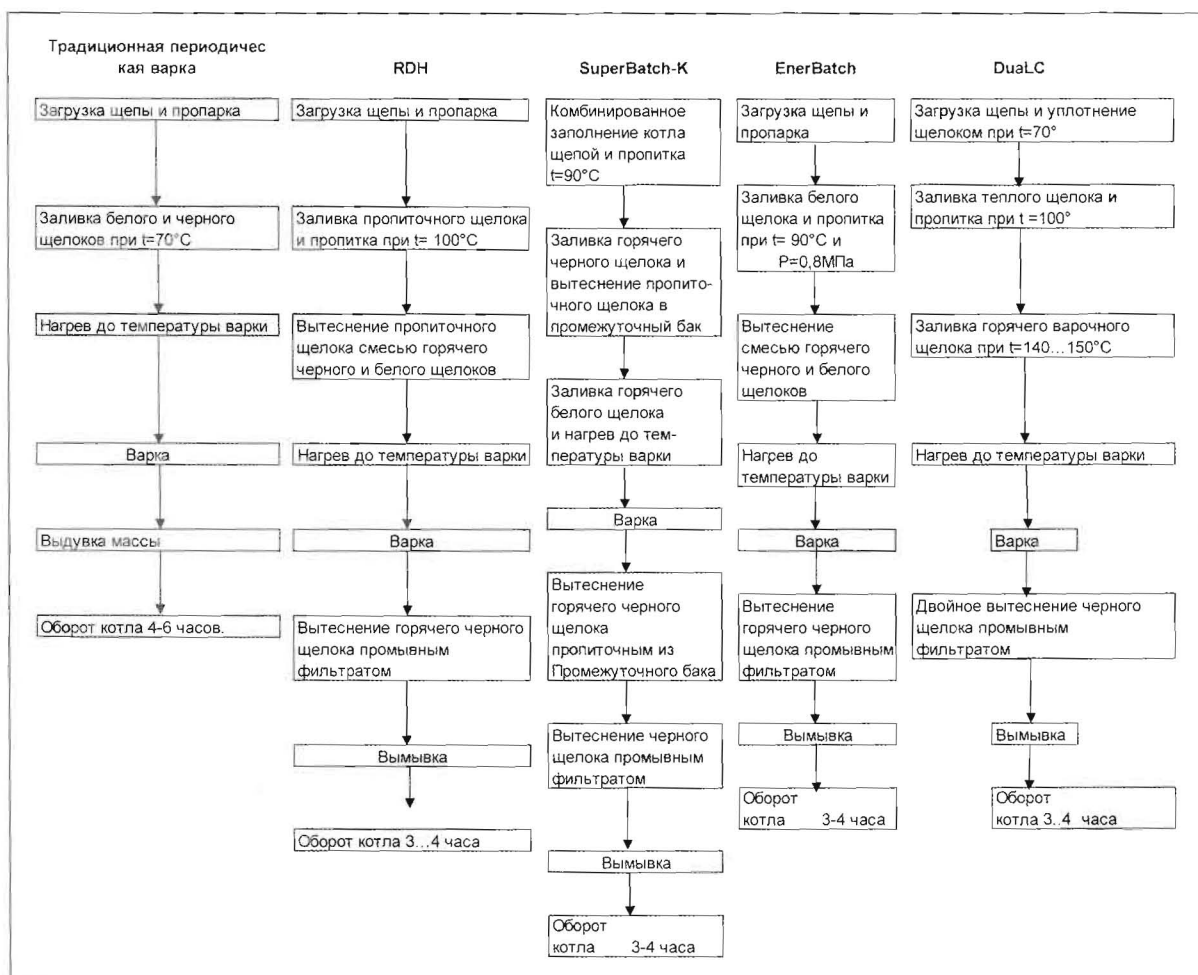


Рис. 3. Последовательность операций при различных вариантах периодической варки.

варки, собирается в баке – аккумуляторе и хранится в нем при температуре $155-160^{\circ}\text{C}$, под давлением $0,5-0,6\text{ МПа}$. Часть этого щелока возвращается на варку без его охлаждения, что позволяет сократить расход пара на нагрев щелока в котле до температуры варки.

Другая часть горячего черного щелока пропускается через теплообменник, в котором тепло черного щелока передается белому щелоку перед подачей его на варку. При заливке в котел горячих щелоков температура содержимого котла перед заваркой составляет

$135-140^{\circ}\text{C}$, вместо обычных $70-80^{\circ}\text{C}$. Это обеспечивает значительную экономию пара и сокращение продолжительности заварки. В этом случае удельный расход пара на варку становится даже меньше, чем на установках непрерывного действия.

На рис. 3 показана последовательность операций при различных вариантах периодической варки, а на рис. 4 – упрощенная принципиальная технологическая схема периодической варки с recuperацией тепла и промывкой в котле.

Оборот котлов сокращается по сравнению с традиционной варкой до

трех-четырех часов, главным образом за счет уменьшения продолжительности нагрева до конечной температуры.

Для реализации теплоэкономичной технологии варки необходимо дополнительное оборудование: баки – аккумуляторы для горячих щелоков (черного и белого), емкость для пропиточного щелока, промежуточный бак (к-бак), теплообменник для нагрева белого щелока горячим черным щелоком.

Отличия между методами RDH, SuperBatch – K, EnerBatch и DualC заключаются главным образом в проведении пропитки, которая осуществляет-

ся черным щелоком в методах RDH, SuperBatch – К и DualC и белым щелоком под избыточным давлением – в методе EnerBatch.

Отличительная особенность метода SuperBatch-K – разрушение комплексных соединений кальция в варочном котле для предотвращения отложений CaCO_3 на трубках выпарных аппаратов. Находящиеся в щелоке комплексные соединения кальция (источником их является кальций, содержащийся в сосновой древесине) осаждаются в трубках выпарных аппаратов, с образованием осадка CaCO_3 . Технология SuperBatch-K предусматривает отбор пропиточного щелока в промежуточный бак (к-бак). По завершению варки вытеснение горячего щелока из котла проводится в две ступени, причем на первой ступени вытеснение ведут пропиточным щелоком из к-бака. Высокая температура в котле способствует разрушению комплексных соединений кальция непосредственно в варочном котле. Окончательное вытеснение черного щелока производится фильтратом от промывной установки.

Тепло-экономичные методы обеспечивают следующие преимущества перед традиционной периодической варкой:

- снижение удельного расхода пара на варку на 50-70%;
- увеличение прочности целлюлозы и более высокий выход из древесины;
- увеличение однородности целлюлозы, отобранной из различных частей котла (колебание чисел Каппа $\pm 0,5$ единиц Каппа);
- дополнительная ступень промывки в котле повышает общую эффективность промывной установки без установки дополнительного промывного оборудования;
- сокращение выбросов дурнопахнущих газов при опорожнении варочных котлов (при этом значительно упрощается общезаводская система сбора и обеззараживания дурнопахнущих газов).

В методах **RDH, SuperBatch-K и DualC** пропитка щепы черным щелоком

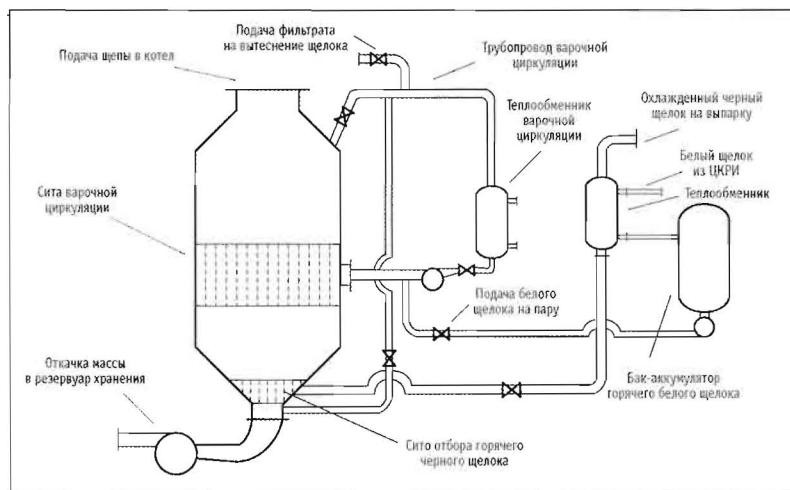


Рис. 4. Упрощенная принципиальная технологическая схема периодической варки с рекуперацией тепла и промывкой в котле.

позволяет доставить внутрь щепы необходимые для реакции с лигнином ионы HS^- . Так как температура при пропитке довольно высокая (щепы сначала обрабатывается теплым, а затем горячим черным щелоком), черный щелок, проникая внутрь щепы, частично расходуется на химические реакции. В результате снижается pH. Поэтому внутри щепы возможно образование сероводорода. Хорошо известно, что обработка щепы сероводородом ускоряет делигнификацию, увеличивает выход сульфатной целлюлозы, снижает выход неперара. Такие же закономерности отмечаются при предварительной обработке щепы горячим черным щелоком.

Некоторые современные предприятия, например завод **Riau Andalan** в Индонезии имеют два потока 2688 и 3300 т/сутки, каждый из которых укомплектован двенадцатью периодическими варочными котлами емкостью по 350 м³.

Следует отметить, что варочные установки периодического действия, наряду с перечисленными выше преимуществами перед установками непрерывного действия, позволяют обеспечить целый ряд возможностей,

которые нельзя реализовать на установках непрерывного действия. Только на установках периодической варки можно осуществлять получение целлюлозы с предварительной обработкой щепы перед основной варкой. Это могут быть предварительный гидролиз с удалением продуктов гидролиза перед варкой; предварительная экстракция древесины, что особенно актуально для древесины лиственных или других пород, богатых экстрактивными веществами, обладающими полезными свойствами; двух- и более ступенчатая варка, которая позволит улучшить условия варки и получить показатели целлюлозы, недостижимые для котлов непрерывного действия. Проведение предварительного гидролиза и извлечение гемицеллюлозы из древесной щепы обязательно для выработки растворимой целлюлозы и переработки сибирских пород древесины с высоким содержанием водозэкстрактивных веществ, прежде всего – арабиногалактана. Именно поэтому, с учетом всех последних достижений в развитии систем такого типа, для варки лиственных пород с предварительной водной экстракцией арабиногалактана

Сравнение некоторых характеристик варочного процесса и целлюлозы, получаемой при непрерывной и модифицированной варках		
Показатели	Непрерывная варка	Периодическая варка (модифицированная)
Управляемость технологического процесса варки: В стационарных условиях. При переходных режимах.	Хорошая только при стабильной производительности и хорошем качестве щепы. При переходных режимах, в периоды пусков, остановов, при изменении вида сырья осложняется управляемость движением щепы, массы и щелока по аппарату; неизбежно получение большого количества некондиционной продукции	Хорошая, как при стабильной производительности, так и в периоды пусков, остановов, при изменении вида сырья или сортов готовой продукции.
Гидро модуль варки	2,7...3,2:1	3,8...4,5:1
Удельный расход пара	Удельный расход пара на непрерывную варку больше, чем на модифицированную непрерывную.	
Однородность провара целлюлозы по сечению варочного котла	Провар по сечению котла неоднороден, что является следствием неравномерного распределения температуры по сечению котла и недостаточной равномерностью пропитки. Колебание жесткости – несколько единиц Каппа.	Провар по сечению варочного котла однороден. Колебание по степени делигнификации составляют $\pm 0,5$ ед. Каппа.
Выход и качество целлюлозы	Выход и прочностные характеристики целлюлозы при модифицированной периодической варке выше, чем при непрерывной, благодаря более однородному провару щепы.	
Возможность получения целлюлозы с предварительным гидролизом или с предварительной экстракцией древесины	Попытки использования варки с предварительным гидролизом в установках непрерывного действия дали отрицательные результаты	Предварительный гидролиз, экстракция или другая предварительная обработка древесины хорошо сочетается с модифицированной периодической варкой

применима только система периодической варки.

Современные технологические приемы, которые можно реализовать только на установках периодического действия, позволяют вернуться к вопросу производства растворимой целлюлозы, избежав значительных экологических проблем, которые побудили в свое время отказаться от ее выпуска.

В таблице приведено сравнение некоторых характеристик варочного процесса и качества целлюлозы, получаемой при непрерывной и модифицированной периодической варках.

На российских предприятиях, производящих сульфатную целлюлозу, до сих пор работает довольно много ва-

рочных установок периодического действия. В большинстве случаев модернизация этих установок не проводилась несколько десятилетий, поэтому они эксплуатируются по традиционной технологии. Однако, положительный опыт относительно малобюджетной модернизации установок периодической варки есть уже и в России. Он показывает, что применение современных технологий позволяет увеличить производительность в 1,5 раза и одновременно добиться улучшения основных технико-экономических показателей производства и показателей качества продукции.

Исходя из сказанного, можно сделать вывод о глубоко ошибочном сте-

реотипном мнении о том, что на современном производстве целлюлозы не место установкам периодической варки. Предприятия, оснащенные установками периодической варки, за счет модернизации существующих мощностей могут достигнуть значительных улучшений своих технико-экономических показателей при относительно низких капитальных затратах практически без потерь рабочего времени производства. Такая реконструкция, не связанная с дорогостоящей заменой котлов периодического действия на установку непрерывного действия, позволяет достичь тех же результатов, потратив лишь часть средств, запланированных на реконструкцию.

Список литературы.

1. «Технология целлюлозно-бумажного производства», Справочные материалы. СПб. 2002-2010, Многотомник, в 7-ми томах.

2. «Papermaking Science and Technology», Finnish Paper Engineers Association and TAPPI, 1999-2010, 19-ти томное издание по технологии

целлюлозно-бумажного производства и по химии древесины.

3. Gary A. Smook «Handbook for Pulp & Paper Technologists», Vancouver, 2002.

4. Чуйко В. А., Аким Э. Л. «Актуальные проблемы инновационного развития целлюлозно-бумажной промышленности России», Журнал ЦБК, № 8, стр. 3-9, 2010.

5. «Ежегодный анализ рынков лесных товаров 2009-2010 годы». Организация Объединенных Наций, Женева – Нью-Йорк, 2010.

6. Мандре Ю. Г., Коваленко М. В., Виноградов Н. В., Аким Э. Л. «Резервы водосбережения при реконструкции сульфатно-целлюлозных заводов», Журнал ЦБК, № 3, стр. 30-34, 2010.

Полвека в отрасли

Исполнилось 70 лет со дня рождения одного из самых известных специалистов российской ЦБП, первого заместителя генерального директора по научной работе ВНИИБа **Валерия Федоровича Неволина**.

Он родился в Ленинграде в 1941 г., а уже в 1958 г. оформил «свое вхождение» в среду отечественных бумажников, став студентом **ЛТИ ЦБП**.

После окончания института (1963 г.) В. Ф. Неволин поступил на работу во Всесоюзный (сейчас **Всероссийский научно-исследовательский институт (ВНИИБ)**), где трудится и в настоящее время.

Почти за 50 лет (с небольшим перерывом на службу в армии) он прошел большой путь от мл. научного сотрудника до одного из руководителей института. За это время В. Ф. Неволин защитил кандидатскую Диссертацию, стал **лауреатом Государственной премии СССР (1984 г.)** за создание и внедрение высокоэффективных фильтровальных видов бумаги и фильтрующих элементов для двигателей внутреннего сгорания...

В. Ф. Неволин – ведущий специалист отрасли в области фильтровальных видов бумаги и картона для машиностроения; он – автор более 140 научных трудов, в том числе 17-ти авторских свидетельств, награжден семью медалями ВДНХ.

Разработанные под руководством Валерия Федоровича внедренные в промышленность фильтровальные



виды бумаги для очистки дизельного топлива и смазочного масла в автомобилях КАМАЗ, позволили отказаться от их импорта.

Научная деятельность В. Ф. Неволина неразрывно связана с исследованиями в области создания прогрессивных ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий на предприятиях ЦБП, об этой работе он неоднократно докладывал на различных научных конференциях в России и за рубежом.

В рамках Федеральной целевой программы «Развитие лесопромыш-

ленного комплекса Российской Федерации» и «Комплексное использование древесного сырья», В. Ф. Неволин руководит исследованиями по созданию экологически чистых технологий получения продукции ЦБП с полным исключением молекулярного хлора и его соединений.

Особое внимание Валерий Федорович уделяет решению экологических и энергетических проблем ЦБП. В частности, при его участии разработаны и внедрены технологии производства, позволяющие в 2 раза сократить водопотребление на производстве, уменьшить сброс загрязнений, энергосберегающие технологии, позволяющие сократить потребление энергетических ресурсов.

В последние годы В. Ф. Неволин активно занимается педагогической деятельностью, читая лекции и проводя семинарские занятия в СПб ГТУ РП.

Ему присвоено высокое звание «Почетный работник лесной промышленности РФ», он награжден медалью «Ветеран труда» и Почетными грамотами.

В день славного юбилея желаем В. Ф. Неволину крепкого здоровья, больших творческих успехов и долгих лет жизни на благо отечественной ЦБП.

РАО «Бумпром»; коллектива ВНИИБа и СПб ГТУ РП; редколлегия и редакция журнала «Целлюлоза. Бумага. Картон.»