

Ц

*Pulp*

еллюлоза

Б

*Paper*

умага

К

*Board*

артон

03 [2010]

- ВНИИБу – 80 лет!
- У соседей проблемы...
- Оптимистические прогнозы.
- Новое производство в Выборге.
- На шестом месте!?
- Первая щепа нового цеха.
- Наука и технология.
- Поставщики оборудования предлагают...
- Решая экологические проблемы.
- За рубежом.
- Выставки и конференции в 2010 г.

УДК 676:628  
ББК 35.77

# Резервы водосбережения при реконструкции сульфатно-целлюлозных заводов

Ю. Г. Мандре, к. т. н.,  
технический директор  
ООО «Илим Тимбер Индастри»;  
М. В. Коваленко, к. т. н., доцент,  
Н. В. Виноградов,  
Э. Л. Аким, д. т. н. профессор,  
СПб ГТУ РП

## Сушильное производство

Для упрощения рассмотрения, как и в случае с варочным производством, исключим из баланса потери жидкости с выводом отходов сортирования белевой целлюлозы. На разных заводах могут быть различные решения по их возможному сокращению, и их следует рассматривать индивидуально.

Рассмотрим потоки, которые не сильно различаются на различных производствах. Представленная на рис. 3 упрощенная технологическая схема показывает основные внутренние потоки и циркуляции, причем рассматриваются только потоки так называемой «процессной воды», т. е. воды, соприкасающейся с технологическими средами.

Здесь не рассматриваются абсолютно все точки использования воды и образования стоков, такие как уплотняющая и охлаждающая вода, вода на вод-

но-кольцевые вакуум-насосы и т. п. Расходы во внутренних циркуляциях для целей данной статьи также не важны, хотя, как уже обсуждалось в статьях [6-7], они могут оказывать на процесс очень большое негативное влияние.

В данном случае нас больше интересует укрупненный баланс используемой воды, точки использования и источники, технологические параметры процесса, определяющие потребность в таком количестве воды и возможности повторного использования воды.

Что касается воды, поступающей с массой, то ее количество зависит от концентрации массы на последней ступени промывки отбелного цеха. На рис. 3 показано, что при концентрации массы 10% (обычная концентрация массы, выходящей с вакуум-фильтра) содержание влаги в массе составляет  $9 \text{ м}^3/\text{т}$ , а при концентрации 30% (концентрация массы, выходящей с промывного пресса) –  $2,5 \text{ м}^3/\text{т}$ .

Расход воды на горячие spryski, сукномойки, отсечку (обычно для этих целей, как правило, используется чистая горячая вода с системы теплорекуперации) примем  $5 \text{ м}^3/\text{т}$ .

Различные конфигурации мокрой части сушильной машины определяют потребное количество воды для этих целей. Поскольку в статье рассматриваются принципиальные вопросы использования свежей воды на те или иные технологические нужды, то абсолютные значения расходов не так важны. Заме-

тим лишь, что часть свежей воды может быть заменена очищенной оборотной водой (по крайней мере, на горячие spryski, сукномойки и отсечку). Доля такой очищаемой циркулирующей оборотной воды зависит от загрязненности и дороговизны необходимой очистки части различных потоков.

С точки зрения количества потребной свежей воды в сушильном цехе наибольший интерес представляет работа мокрой части сушильной машины. Конфигурация мокрой части определяет влажность целлюлозного или бумажного полотна, поступающего в сушильную часть машины. В нашем случае принята сухость 45% (следует заметить, что эта сухость достижима не для всех машин).

Однако, главный фактор, определяющий потребность в паре на сушку и, что для нас в данный момент наиболее интересно, расход воды на теплорекуперацию – влажность полотна. Система теплорекуперации обычно представляет собой систему теплообменников, в которых влажным горячим воздухом, отходящим из сушильного шкафа, нагревается свежий воздух, подаваемый в сушильный шкаф для вытеснения влажного воздуха. Однако, из-за относительно низкой теплоемкости воздуха количество тепла, отбираемого от отходящего влажного воздуха, пренебрежительно мало.

Основное тепло отходящего влажного воздуха определяется количеством

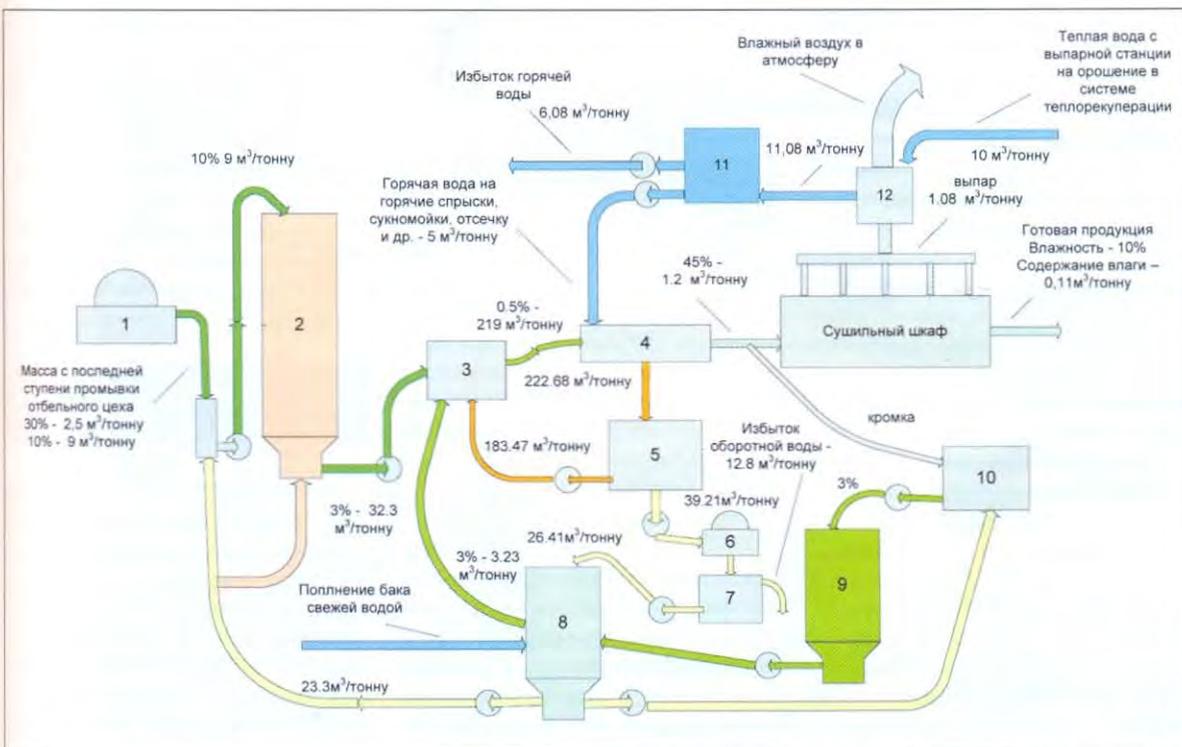


Рис. 3. Принципиальная технологическая схема сушильной машины: 1 – последний фильтр отбелочного цеха; 2 – бассейн высокой концентрации; 3 – сортирование и массо-подготовка; 4 – мокрая часть сушильной машины; 5 – сборник подсеточной воды; 6 – очистка оборотной воды; 7 – сборник оборотной воды; 8 – бассейн оборотной воды; 9 – бассейн-сборник брака; 10 – гидроразбиватели брака; 11 – сборник теплой воды; 12 – система тепло-рекуперации.

выпаренной влаги при сушке целлюлозного или бумажного полотна. В нашем случае количество пара, содержащегося во влажном воздухе, выходящем из сушильного шкафа, равно 1,09 т на тонну продукции. Для того, чтобы сконденсировать этот пар, при разнице температур между теплой водой с выпарной станции (40°C) и горячей водой с теплорекуперации (65°C), необходимо примерно 10–12 м³/т воды.

Сокращать расход воды на теплорекуперацию нельзя, так как это неизбежно приведет к увеличению объема пара и воздуха из системы теплорекуперации и может привести к тому, что производительности вытяжных вентиляторов не хватит для удаления всего объема влажного воздуха. Применение свежей холодной воды позволит снизить удельный расход на теплорекуперацию, но

вызовет увеличение объема не находящей применения в процессе избыточной теплой воды с выпарной станции.

Как видно на рис. 3, 5 м³ этой воды на тонну используются на горячие spryski, сукномойки, отсечку, а в избытке оказывается остальная горячая вода теплорекуперации.

Итак, общий баланс сушильного цеха выглядит следующим образом.

**Поступающие потоки:**

- Вода с массой с последней ступени промывки отбелочного цеха.

Расход зависит от концентрации массы, выходящей из промывного аппарата. При концентрации 10% (обычная концентрация массы, выходящей с вакуум фильтра) – 9 м³/т.

При концентрации 30% (концентрация массы, выходящей с промывного пресса) – 2,5 м³/т.

- Теплая вода с выпарной станции на установку тепло-рекуперации – 10 м³/т.

Итого: количество входящей в цех сушки воды составляет – 12,5 м³/т или 19 м³/т.

**Выходящие потоки:**

- Избыток горячей воды с системы тепло-рекуперации – 6,08 м³/т.

- Избыток оборотной воды с мокрой части сушильной машины – 12,8 м³/т.

Влага с готовой продукцией в расчет не принимается.

Итого: 18,88 м³/т.

Если к итогу потребления воды на технологические нужды добавить расход воды на вакуумные насосы, механические уплотнения, различные точки охлаждения (для примера – 5 м³/т), и не учитывать возможность повторного использования оборотной воды, то расход стоков с сушильного цеха составит

примерно 24 м<sup>3</sup>/т. Для большинства отечественных предприятий цифра выглядит недостижимой.

Сегодня расход стоков с сушильного цеха на некоторых предприятиях достигает 60 м<sup>3</sup>/т. Основная причина этого – нерациональная организация водопотребления внутри цеха. Но есть еще одна причина, по которой фактический удельный расход воды в сушильном цехе за длительный период времени всегда выше расчетного. Причина примерно та же, что мы рассматривали при анализе водопотребления варочного цеха в период нестабильной работы.

На рис. 3 показан бассейн оборотной воды (8) в который собирается очищенная оборотная вода. Из этого бассейна вода разбирается на разбавление массы в БВК (2) и на разбавление массы в системе брака. Баланс водопотребления рассчитывается на стационарный режим, при котором соотношение расходов в различных циркуляционных потоках постоянное. Но отклонение от стационарного режима всегда приводит к повышению расхода воды и образованию избытка сточных вод. Например, при появлении проблем увеличивается количество брака при производстве продукции. Сразу же увеличивается расход оборотной воды на его разбавление. Начинает снижаться уровень в бассейне оборотной воды, и открывается вода на пополнение бака. Так продолжается, пока бассейн брака не наполнится. Когда производится переработка брака, в мокрой части сушильной машины образуется избыток оборотной воды, который переливом уходит в канализацию. На некоторых предприятиях для обеспечения «гибкости в работе» объем бассейнов брака значительно превышает объем бассейна оборотной воды.

Однако такая гибкость кажущаяся и, в конечном итоге, приводит лишь к увеличению удельного расхода воды и тепла на сушку продукции.

Как уже отмечалось, часть избыточной оборотной воды (от 3,5 до 10 м<sup>3</sup>/т в зависимости от типа промывного оборудования) можно при соблюдении

ряда условий использовать для промывки массы на последней ступени отбельного цеха.

## Выпаривание щелоков

На рис. 1 показано, что из варочного котла на выпарку по балансу поступает около 9 м<sup>3</sup>/т черного щелока. Расчетное количество поступающего щелока из варочного котла изменяется в зависимости от выхода целлюлозы и принятого фактора разбавления. Так, при выходе целлюлозы 50% расчетное количество щелока – 9 м<sup>3</sup>/т, а при выходе 42% – 11 м<sup>3</sup>/т.

Кроме того, как уже отмечалось, в реальном производстве практически невозможно сохранять постоянную сбалансированность работы схемы. Также при проведении промывок теплообменников, выпарных аппаратов, дренажей оборудования, утечек черного щелока возникает дополнительный поток щелокосодержащих вод, которые подаются на выпарную станцию и упариваются вместе со щелоком. Примем для примера количество щелоко-содержащих вод – 2 м<sup>3</sup>/т целлюлозы.

Кроме щелоко-содержащих вод в баланс выпарки попадает также кислая вода после разложения сульфатного мыла и вода с химкатами на восполнение баланса натрия. При выходе целлюлозы 50% и объеме щелока из котла 9 м<sup>3</sup>/т целлюлозы, содержание сухих веществ в щелоке будет примерно 15%. При упаривании щелока перед подачей на сжигание до 72%, его расход составит примерно 1,8 м<sup>3</sup>/т

Таким образом, при упаривании щелоков образуется 7,2 м<sup>3</sup>/т целлюлозы конденсатов, а с учетом упаривания щелокосодержащих вод – 9,2 м<sup>3</sup>/т целлюлозы. Для конденсации такого количества потребуется до 70 м<sup>3</sup>/т воды на 1 т целлюлозы. Если для отдувки сернистых соединений и скипидара из сильнозагрязненных конденсатов подается пар, то количество конденсатов может увеличиться примерно до 10 м<sup>3</sup>/т

целлюлозы. Снижение расхода охлаждающей воды на конденсаторы нежелательно, так как может привести к потере вакуума, снижению производительности вакуум-выпарной установки и увеличению удельного расхода пара на упаривание щелока.

В итоге, при упаривании щелоков образуется 10 м<sup>3</sup>/т целлюлозы конденсатов и 70 м<sup>3</sup>/т целлюлозы теплой воды.

## Содорегенерационное производство

Содорегенерационное производство не использует технологической воды. Химически очищенная вода для получения пара может попадать в баланс технологической воды только в случае, если на производстве для нагрева технологических сред используется острый пар. За исключением узла очистки сильно загрязненных конденсатов выпарки, пропарки щепы и подачи пара на паровые смесители отбельного цеха такое использование можно считать неоправданным расточительством, и оно не будет рассматриваться. Пар, используемый в производстве для нагрева технологических сред с помощью теплообменников, после конденсации возвращается в содорегенерационные или энергетические котлы для повторного использования при получении пара. При нормальной работе в стоках содорегенерационного производства не должно быть органических загрязнений. В сток попадает отработавшая вода с уплотнений оборудования, продувки барабанов и т. п. Эти расходы не рассматриваются, так как они не должны оказывать существенного влияния на общий баланс стоков завода. Правда, следует заметить, что, несмотря на то, что органических загрязнений в этих стоках быть не должно, они, тем не менее, имеют высокую температуру и увеличивают гидравлическую нагрузку на очистные сооружения.

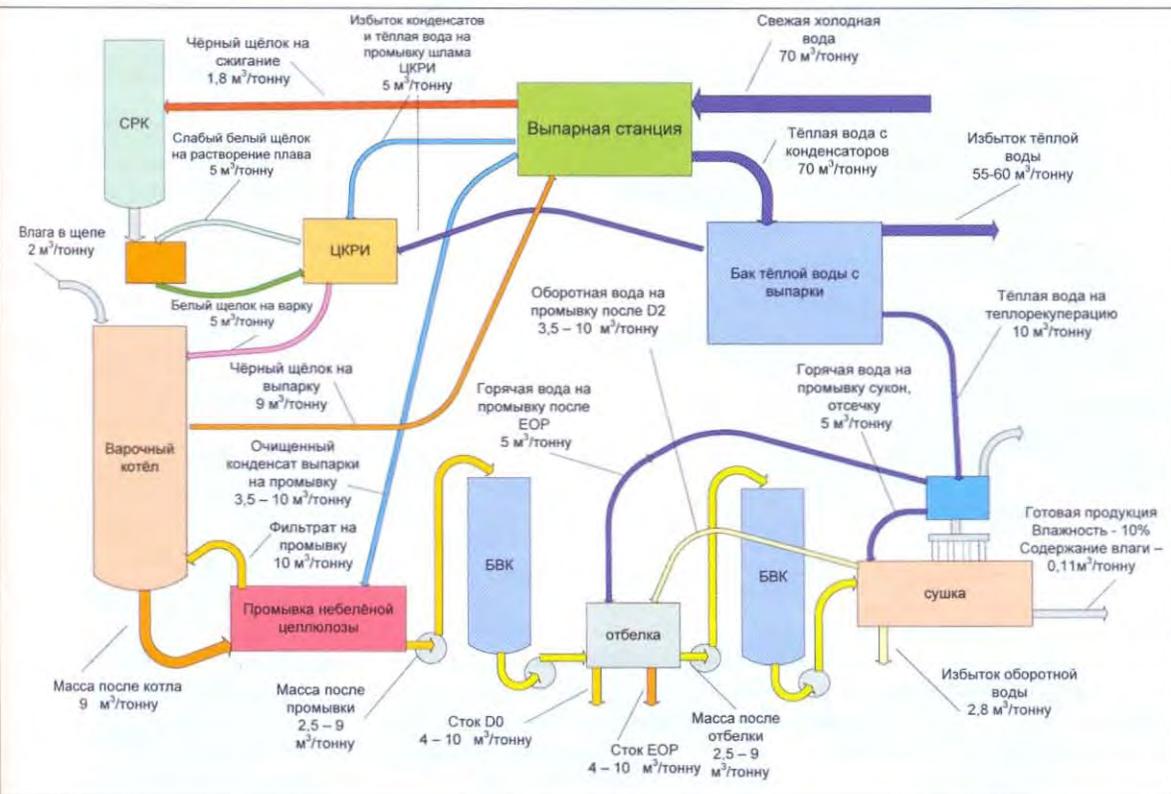


Рис. 4. Принципиальная технологическая схема основных производств сульфитно-целлюлозного завода

### Производство белого щелока и регенерации извести

Подробное описание потоков технологических сред производства белого щелока и регенерации извести выходит за рамки данной статьи. Напомним лишь, что для промывки шлама белого щелока используются избыток конденсатов выпарной станции и теплая вода со скрубберов печей регенерации извести (там, где они еще существуют) или теплая вода с выпарки. В результате образуется слабый белый щелок, который направляется на растворение плава зеленого щелока и после каустизации превращается в крепкий белый щелок. Расход его (как видно из баланса) – 5 м³/т целлюлозы. Вода на механические уплотнения не учитывается.

Урупненная схема основного производства представлена на рис. 4.

Из схемы видно, что при принятых допущениях и организации системы оборотного водоснабжения, расчетный удельный расход стоков с основного производства составляет около 11-25 м³/т. При использовании в качестве промывного оборудования в варочном и отбельном цехах вакуумных фильтров он составляет 25 м³/т, а при использовании в качестве промывного оборудования промывных прессов – около 11 м³/т.

Даже если удвоить эти значения за счет попадания в стоки не процессной воды (уплотняющая вода, вода на вакуумные насосы, протечки, стоки древесно-подготовительного производства и т. п.), то и в этом случае удельный расход стоков окажется значительно меньше среднеотраслевых норм.

Что касается воды вообще, то отдельного решения требует вопрос использования избытка теплой воды с выпарной станции. Для каждого завода (в зависимости от конфигурации предприятия, наличия смежных производств или других возможных потребителей) решение по использованию этой воды должно прорабатываться индивидуально.

Единственное, общее для любого завода – это то, что сброс этой воды (а также любой другой воды, не содержащей органических загрязнений) в промышленную канализацию и на очистные сооружения промышленных стоков нежелателен. В любом случае разбавление промышленных стоков перед биологической очисткой приводит к увеличению гидравлической нагрузки и, в результате, как правило – и валового сброса загрязнений.

Таким образом, предлагаемый анализ и проведение расчета необходимо-го водопотребления и водоотведения позволит для каждого производства сравнить среднеотраслевые показатели (которые разрабатывались на основе статистики с заводов, построенных в России более 30-50 лет назад) с реально достижимыми, основанными на современных технологических решениях и возможностях современного оборудования [8-10]. И в случае приближения норм расхода стоков к рассчитанным в анализе можно с уверенностью сказать, что затраты на расширение существующих или строительство новых очистных сооружений окажутся значительно меньше, чем в случае традиционного подхода.

Существует еще один аспект, который говорит в пользу необходимости проведения такого анализа и расчета теоретического возможного расхода стоков с основного производства. Как уже отмечалось, суммарный расход стоков от производства зависит от степени оборота и типов применяемого промышленного оборудования. А вот температура этих стоков зависит от температуры проведения процессов отбелики и сушки. И,

поскольку многие процессы, являющиеся источниками стоков, (например, рис. 4), происходят при высоких температурах, то можно легко подсчитать потери тепла со стоками, в зависимости от их расхода. Соответственно, сокращение удельного расхода стоков позволяет также сократить удельные затраты (потери) энергии [11-12].

#### Список литературы.

1. «Forest Products Annual Market Review, 2008-2009». UN ECE/FAO, United Nations, New York and Geneva, 2009, – 166 p.
2. «Состояние лесов мира – 2009», FAO, United Nations, Rome, 2009, 177 p.
3. The United Nations World Water Development Report, 3. 2009, 344 с.
4. Мандре Ю. Г. Эколого-технологическая реконструкция ОАО «Светогорск», Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2005. – № 6. – С. 20-22.
5. Мандре Ю. Г., Аким Э. Л. Поэтапная эколого-технологическая реконструкция предприятий ЦБП и проблема «отравления» технологических схем, Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2006. – № 1. – С. 26-30.
6. Мандре Ю. Г., Аким Э. Л. Проблема «отравления» технологических схем при промывке небеленой целлю-

лозы, Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2006. – № 7. – С. 68-75.

7. Мандре Ю. Г., Аким Э. Л. Проблема «отравления» технологических схем на бумагоделательной машине и при производстве товарной целлюлозы Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2006. – № 4. – С. 34-40.

8. Смирнов М. Н., Локшин Ю. Х., Смирнов А. М., Аким Э. Л. Современная концепция водопользования на предприятиях ЦБП. «Целлюлоза. Бумага. Картон.», 2006, № 6, стр. 66-74.

9. Смирнов А. М., Смирнов М. Н., Мошкин С. С., Коваленко М. В., Аким Э. Л. Водопользование – реализация инновационных идей. «Целлюлоза. Бумага. Картон.», 2008, № 8, стр. 66-72.

10. Технология целлюлозно-бумажного производства : справ. материалы : в 3-х тт. / ВНИИБ. – СПб. – Т. 1.: Древесное сырье и производство полуфабрикатов; Ч. 3: Производство полуфабрикатов. – 2004. – 316 с.

11. «Water Use Reduction in the Pulp and Paper Industry», PAPRICAN, Second Edition, December 2001, 172 p.

12. «Energy Cost Reduction in the Pulp and Paper Industry», PAPRICAN, First Edition, November 1999, 234 p.

## Цель – охрана природы

На картонной фабрике **Papier-und Kartonfabrik** в городе Varel (Германия) завершена работа по сертификации качества картона и бумаги в соответствии с международным стандартом **Forest Stewardship Council**. После проведения аудита фирма **TUV-Nord** выдала сертификат, который подтверждает высокое качество продукции предприятия, выработанной с использованием 100% макулатуры, а также сокращение выделения в атмосферу CO<sub>2</sub> и других тепличных газов.

Основная цель получения сертификата – защита природных лесов, которые служат средой обитания диких животных, и охрана природы от загрязнений.

RISI. 09.03.10.

## Новая система

Научный центр компании **BTG** разработал и начал выпускать усовершенствованную автоматизированную систему **RET-5503 PeakAsh** для измерения содержания золы и концентрации бумажной массы. Прибор оснащен электронными, лазерными датчиками высокой чувствительности и специальным компьютером с монитором.

Рекомендовано использовать систему **RET-5503 PeakAsh** для определения с высокой точностью содержания волокон и частиц наполнителя в бумажной, обесцвеченной макулатурной массе концентрацией от 0,01 до 2,0% и оборотной воде БМ.

Применение прибора дает возможность сократить расход волокнистых полуфабрикатов, химикатов, энергии и улучшить качество продукции.

RISI. 16.03.10.