



Ц

Pulp

еллюлоза

Б

Paper

умага

К

Board

артон

10 [2015]

- Курс на новые технологии.
- От корреспондентов "ЦБК": БФ "Пролетарий"; Ижевск; дела макулатурные...; Санкт-Петербург; "ГОТЭК".
- Обзор Рынка: о печатных видах бумаги, гофро материалах и туалетной бумаге.
- Статистика: итоги 10-ти месяцев.
- Наука и технология: С(А)ФУ; ОБФ.
- Оборудование: модернизация систем вентиляции.
- За рубежом: "Andritz"; "BASF"; "Voith"; "Kadant Noss".
- Контакты: в ноябре в Санкт-Петербурге.
- Листая страницы истории...
- Указатель материалов, опубликованных в 2015-м году.

УДК 676:628

Модернизация систем вентиляции на предприятиях ЦБП

**Л. М. Бойков, д. т. н.,
Д. А. Прохоров, Е. Н. Ионин,
магистры, СПб ГТУРП**

Развитие отечественного бумагоделательного машиностроения связано с созданием высокопроизводительного оборудования, разработкой и дальнейшим совершенствованием технологии целлюлозно-бумажного производства, модернизацией действующего парка машин. Для решения этих задач необходимы новые схемы технологической вентиляции, разработка надежного и эффективного вентиляционного оборудования, аэродинамических и температурных режимов, которые основываются на эксплуатации и проектировании действующих установок.

Целлюлозно-бумажная промышленность (ЦБП) относится к наиболее энергоемким отраслям народного хозяйства. В настоящее время наряду с энергосбережением существенное значение имеет также интенсификация сушки, которая определяет повышение производительности бумаго- и картоноделательных машин (БКДМ).

Производительность сушильных установок БКДМ во многом зависит от конструкции и совершенства работы технологической системы вентиляции. Схемы и режимы работы вентиляционных систем непосредственным образом отражаются на качественных показателях готовой продукции. В

схемах вентиляции БДМ перемещаются и подвергаются термовлажностной обработке сотни тысяч кубических метров воздуха в час, поэтому изменения схем и режимов работы в проектируемых системах должны быть всесторонне обоснованы. Другая, не менее важная задача, – повышение эффективности действующих вентиляционных установок.

Современные БДМ оборудуются весьма сложными и высокопроизводительными вентиляционными системами и установками, обеспечивающими технологический процесс производства бумаги. На всем пути движения от напорного ящика до наката с помощью вентиляционных систем создается необходимый термовлажностный режим воздушной среды, окружающей полотно.

В мокрой части машины с поверхности влажного полотна выделяется большое количество влаги в зал БДМ. С помощью вентиляционных установок образующиеся водяные пары отводятся от сеточной части за пределы зала, предотвращается их конденсация на окружающих ограждениях, создаются необходимые санитарно-гигиенические условия для обслуживающего персонала. Особенно высокие выделения водяных паров происходят в сушильной части машины. Обеспечение необходимых параметров воздушной среды достигается организованной подачей свежего и удалением отработавшего воздуха.

Рациональное распределение потоков воздуха, оптимальный выбор параметров и кратности воздухообмена в сушильной части способствуют повышению производительности и стабилизации работы машины, выравниванию профиля влажности полотна бумаги.

С целью интенсификации сушки и сокращения расхода теплоты на сушку бумаги и картона в системе вентиляции действующих БКДМ применяются общеизвестные мероприятия:

- равномерная подача расхода нагретого сушильного воздуха под каждый сушильный цилиндр;
- вентиляция карманов между цилиндрами;
- утилизация теплоты в теплоуловителях первой и второй ступеней;
- подогрев воздуха в калориферах;
- применение синтетических сеток и их продувка горячим воздухом.

Результаты обследования вентиляционных систем БКДМ малой и средней производительности свидетельствуют, что существующие системы технологической вентиляции, как правило, работают с малой эффективностью, так как фактическая степень утилизации теплоты составляет около 4 %. Поэтому все обследованные системы вентиляции машин нуждаются в усовершенствовании. Более эффективная работа системы вентиляции может быть достигнута за счет проведения следующих мероприятий:

- обеспечение неравномерной подачи нагретого воздуха (по зонам)

по длине сушильной части машины в соответствии с кинетикой сушки полотна (рис. 1);

- активная и неравномерная продувка межцилиндровых карманов, в которых скапливается влажный воздух с высокой концентрацией водяных паров (рис. 2);

- использование регенерации теплоты отработавшего воздуха в конце сушки для подогрева приточного воздуха;

- более полная утилизация теплоты паровоздушной смеси (ПВС), удаляемой от машины, с помощью теплорекуперационных аппаратов из пластинчатых теплообменников и скрубберов;

- очистка поверхностей теплообмена теплоуловителей и калориферов от волокнистых отложений;

- полного закрытия сушильной установки вентиляционным колпаком;

- подогрева сушильного воздуха до температуры 70-110 °С;

- использования синтетических секток с высокой воздухопроницаемостью для ускорения сушки и усиления прижима полотна к нагретым цилиндрам;

- осуществить продувку сеток с помощью сеткопродувных камер, которые позволяют удалять влагу из сетки, регулировать расход воздуха по ширине машины и улучшать качество продукции;

- для повышения надежности и экономичности работы технологической вентиляции рекомендуется применение промежуточного незамерзающего теплоносителя (этиленгликоля) (рис. 3).

На основе выполненных многочисленных тепловых расчетов и проведения обследований системы вентиляции действующих БКДМ, установлена зависимость влияния количества испаряющейся влаги на расход воздуха в сушильной части машины. Количество испаряющейся влаги по длине сушильной части уменьшается от сеточной части к намоту. Следовательно, расход воздуха для ассимиляции испарившейся

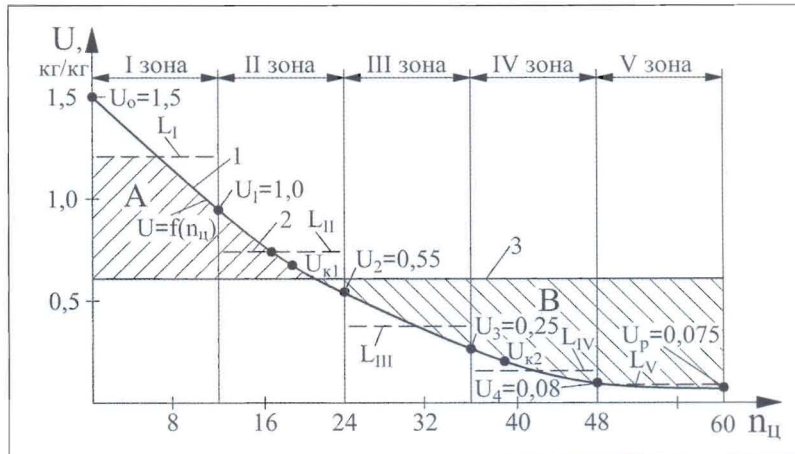


Рис. 1. Кинетическая кривая сушки бумаги U и расход воздуха L в отдельных зонах сушильной части БКДМ:

1 – кинетическая кривая сушки полотна; 2 – расчетный расход воздуха по зонам сушки, который следует обеспечить; 3 – действительный расход воздуха; А – область недостаточной подачи расхода воздуха на сушку под цилиндры № 1 – 23; В – область избыточной подачи воздуха, необходимого для удаления влаги, при нахождении полотна на нагретых цилиндрах № 24 – 60.

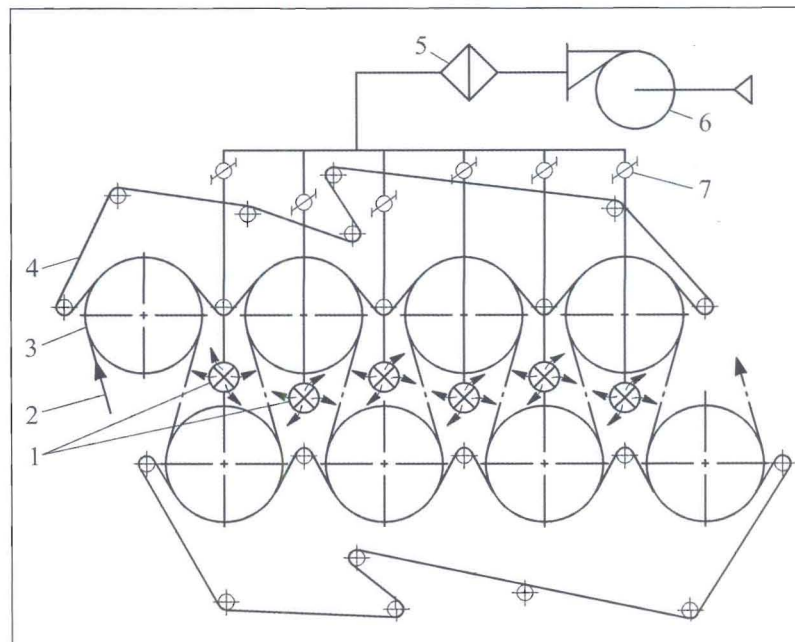


Рис. 2. Схема продувки межцилиндровых пространств нагретым воздухом:

1 – продувочная перфорированная труба; 2 – полотно бумаги; 3 – сушильный цилиндр; 4 – сушильная сетка; 5 – калорифер; 6 – центробежный вентилятор; 7 – заслонка.

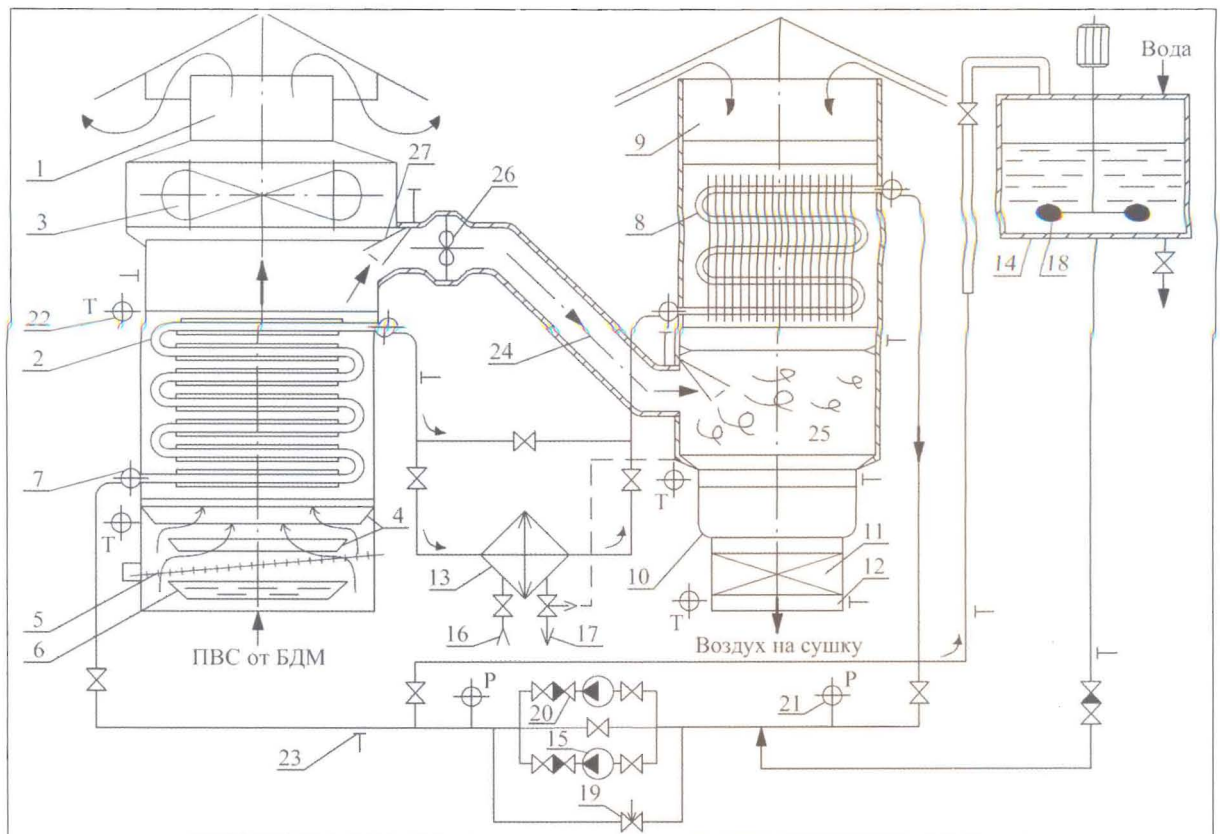


Рис. 3. Схема утилизации теплоты паровоздушной смеси в системе технологической вентиляции с использованием промежуточного теплоносителя:

1 – воздуховод для отвода паровоздушной смеси от сушильной части бумагоделательной машины; 2 – рекуперативный газо-жидкостный теплообменный аппарат с трубками, имеющими плавниковые ребра; 3 – осевой вентилятор; 4 – жалюзи; 5 – самоочищающаяся металлическая сетка; 6 – поддон; 7 – коллектор; 8 – стальной ребристый воздухоподогреватель (жидкостный калорифер); 9 – воздуховод подачи атмосферного воздуха; 10 – центробежный вентилятор; 11 – паровой калорифер; 12 – подача нагретого сушильного воздуха под машину; 13 – водо-водяной теплообменный аппарат; 14 – емкость для антифриза; 15 – насос для перекачки антифриза; 16 и 17 – теплоноситель из системы отопления и в тепловую сеть; 18 – мешалка с электродвигателем; 19 – регулирующий клапан; 20 – обратный клапан; 21 – манометр; 22 – термометр; 23 – термореле; 24 – линия рециркуляции паровоздушной смеси (15 %); 25 – камера смешения; 26 – осевой вентилятор для рециркуляции смеси; 27 – регулирующий шибер БДМ.

ся влаги должен сокращаться по такой же закономерности. При наладке вентиляционной системы машины расходы сушильного воздуха и паровоздушной смеси (ПВС) должны устанавливаться по зонам в соответствии с кинетической кривой сушки.

При выполнении балансовых испытаний сушильной установки и системы вентиляции машины желательно более

точное построение кинетической кривой сушки путем отбора проб влажного полотна в нескольких точках по длине сушильной установки.

Число зон вентиляции сушильной части машины устанавливается примерно по числу теплорекуперационных агрегатов, в которых утилизируется теплота отводимой от машины ПВС. Расход воздуха по зонам рассчиты-

вают после определения суммарного расхода воздуха, необходимого для вентиляции всей сушильной части машины. При несоответствии измеренных и расчетных расходов воздуха их регулируют по отдельным зонам сушки.

В некоторых схемах технологической вентиляции сушильный воздух подается под машину в общий канал, из которого он поступает в распре-

делительные воздухопроводы. В целях изменения расхода воздуха, подаваемого в различные зоны машины, целесообразно предусматривать на распределительных воздухопроводах регулирующие заслонки (шибера).

В настоящее время в вентиляционной системе современных быстроходных широкоформатных БДМ утилизация низкопотенциальной теплоты удаляемой ПВС осуществляется в три ступени: первая ступень – в теплоуловителе № 1, вторая – в теплоуловителе № 2, третья – в скруббере [1, 2]. По результатам обследования системы вентиляции быстроходной машины № 8 ОАО «Кондопога» степень утилизации теплоты составляет: 5; 5 и 11 % соответственно.

Для бумаго- и картоноделательных машин малой и средней производительности, взамен существующих неэффективных схем системы вентиляции БДМ предлагается более совершенная схема утилизации теплоты с промежуточным теплоносителем (рис. 3). Одно из принципиально новых направлений использования низкопотенциальной теплоты – утилизация теплоты вентиляционных выбросов паровоздушной смеси с помощью промежуточного теплоносителя – этиленгликоля.

При эксплуатации тихоходных и среднеходных машин вследствие загрязнения паровоздушной смеси (ПВС) и нагреваемой воды волокном, скрубберы на большинстве машин или отсутствуют, или не работают. В зимний период года поверхность теплообмена теплоуловителя второй ступени (ТУ-2) покрывается льдом, вследствие того, что паровоздушная смесь содержит большое количество водяных паров. В результате вторая ступень утилизации также оказывается в нерабочем состоянии. В работе остается лишь первая ступень утилизации теплоты в теплоуловителе ТУ-1 с КПД менее 5 %.

Таким образом, существующая система утилизации теплоты отработанного воздуха работает неэффективно и нуждается в совершенствовании. Тем

более она необходима после проведения модернизации пароконденсатной системы (ПКС) БДМ и КДМ, производительность которых существенно увеличивается.

Наиболее надежный и эффективный способ утилизации теплоты – использование промежуточного теплоносителя – антифриза [1]. Антифриз – незамерзающая жидкость, представляющая собой водный раствор этиленгликоля $C_2H_6O_2$ (58 %). Схемы с промежуточным теплоносителем применяются на быстроходных БДМ: ЗАО «Интернешнл Пейпер», ОАО «Выборгская целлюлоза», ОАО «Монди СЛПК».

Однако для тихоходных и среднеходных машин таких схем нет. Поэтому разработана схема утилизации теплоты отработанного воздуха с применением промежуточного теплоносителя для машин малой и средней производительности. Предложенная схема особенно эффективна в зимний период года, так как степень утилизации теплоты можно довести до 29,5 %, а при дополнительной установке жидкостного калорифера – до 39,1 %. Для очистки отработанного воздуха от волокна целесообразно применять жалюзи 4 и самоочищающуюся металлическую сетку 5.

Первая ступень утилизации теплоты ПВС выполнена в виде рекуперативного теплообменника 2 со стальными трубками, имеющими продольные ребра. Продольные плавниковые ребра значительно увеличивают передачу теплоты от ПВС к антифризу и не оказывают существенного аэродинамического сопротивления движению теплоносителя. При этом, как показывают тепловые расчеты системы вентиляции бумагоделательной машины, утилизация теплоты в первой ступени составляет 10,7 %.

Вторая ступень утилизации теплоты (до 3,7 %) связана с дополнительным подогревом антифриза (с 35 до 45 °С), который осуществляется в водо-водяном секционном теплообменнике или в теплообменнике типа «труба в трубе».

Теплоносителем здесь служит обратная сетевая вода. Передача теплоты от антифриза к наружному воздуху происходит в пластинчатом жидкостном калорифере, в котором атмосферный воздух нагревается с - 25 до + 20 °С.

Третья ступень утилизации низкопотенциальной теплоты (до 15 %) осуществляется посредством рециркуляции ПВС при ее смешении с холодным наружным воздухом. На выходе из камеры смешения сушильный воздух имеет температуру + 25,5 °С.

Дополнительный подогрев сушильного воздуха до 50-70 °С производится либо в паровом калорифере, либо в жидкостном калорифере. Поверхность нагрева парового калорифера выполнена из стальных или латунных труб со спирально-навивными ребрами и составляет 143,5 м², а расход пара – порядка 850 кг/ч.

В летний период года степень утилизации теплоты при использовании трех ступеней может составить 22 %, а четырех ступеней – до 30 %.

Четвертая ступень утилизации теплоты (до 9,6 %) включает в себя подогрев сушильного воздуха в жидкостном калорифере, в котором греющим теплоносителем является конденсат после сепаратора последней паровой группы сушильных цилиндров.

Предложенная схема вентиляции с промежуточным теплоносителем для машин малой и средней производительности не зависит от влияния низких температур окружающей среды в зимний период года и поэтому является надежной и экономичной при эксплуатации БДМ и КДМ. Такая схема утилизации теплоты ПВС с помощью промежуточного теплоносителя предложена для реализации на БДМ, ОАО «Техническая бумага», г. Рыбинск.

При модернизации пароконденстных систем сушильных установок необходимо произвести и реконструкцию систем вентиляции. Техико-экономическое обоснование по реконструкции системы вентиляции свидетельствует о целесообразности

внедрения предложенных мероприятий, которые позволяют повысить производительность машин на 10 % и сократить затраты теплоты на сушку бумаги или картона на 8 %.

Технико-экономические расчеты по модернизации системы вентиляции БДМ – 6, 000 «Окуловская бумажная фабрика» показывают, что за счет совершенствования системы вентиляции

сушильной установки годовой эффект составит 5,4 млн руб., при сроке окупаемости до одного года.

Список литературы.

1. **Бойков Л. М.** Повышение эффективности сушки путем модернизации пароконденсатных систем бумагоделательных, картоноделательных машин и гофроагрегатов. СПб.: СПб ГТУРП, 2014. – 511 с.

2. **Лакомкин В.Ю., Бельский А.П.** Тепломассообменное оборудование предприятий (сушильные установки): учебное пособие. СПб.: СПб ГТУРП, 2006. – 100с.

3. **Бойков Л. М.** Теплотехника целлюлозно-бумажного производства. Теплоэнергетические и теплотехнологические установки: учебное пособие. СПб.: СПб ГТУРП, 2002. – 117 с.

Подводят итоги...

Компания Tetra Pak®, мировой лидер в области переработки и упаковки продуктов питания, представила «Отчет об устойчивом развитии», посвященный ее достижениям в области экологии, социальной ответственности и эффективного управления.

В 2015 году компания добилась значительного прогресса в области устойчивого развития. Основными достижениями в рамках реализации стратегии устойчивого развития стали:

- Выпуск упаковки **Tetra Rex® Bio-based** – первой в мире упаковки, изготовленной исключительно из возобновляемых материалов растительного происхождения. Данный формат был выведен на рынок в январе 2015 года:

- Выпуск революционного упаковочного автомата **Tetra Pak® E3**, в котором для стерилизации упаковочного материала используется не перекись водорода, а электронные лучи e-Beam, что позволяет значительно сократить потребление энергии, а также снизить воздействие на окружающую среду.

- Существенные успехи в области внедрения системы управления охраной здоровья и безопасностью труда на глобальном уровне. Цель компании – сертификация всех производственных площадок по стандарту **OHSAS 18001** до конца 2016 года. На данный момент соответствующий сертификат получили 50 % фабрик Tetra Pak по всему миру, что на 42 % превышает показатели 2013 года.

- Поддержка компанией Tetra Pak проектов коллективного производства молока в Бангладеш, Кении, Никарагуа и в Шри-Ланке в 2014 году, а также в Сенегале, где аналогичная инициатива была внедрена в начале 2015 года. Реализация программы обеспечивает долгосрочные поставки качественного молока из местных хозяйств без повышения стоимости его производства. По итогам прошлого года наиболее положительные результаты были зафиксированы в Бангладеш, где за период с 2012 по 2014 годы средний ежемесячный «чистый» доход фермеров вырос с 70-90 USD до 245 USD.

- Поддержка программ школьного питания, которую Бюро продовольственного развития Tetra Pak оказывает правительствам и заказчикам компании по всему миру. В 2014 году молоко или другие питательные напитки в упаковке Tetra Pak получили 66 млн школьников, что стало рекордом за всю историю реализации инициативы.

- Вывод на рынок свыше 20-ти новых продуктов, разработанных специально для малообеспеченных потребителей из более чем 10 стран в рамках программы «Погружение в пирамиду» (**Deeper in the Pyramid, DiP**) в первом квартале 2015 года. Объемы проданных упаковок в сравнении с тем же периодом прошлого года при этом выросли на 12%.

«Подход компании Tetra Pak к вопросам устойчивого развития неразрывно связан с ее девизом – **«Сохраняя лучшее» (PROTECTS WHAT'S GOOD™)**. Он отражает наше стремление сохранить максимальную пользу продуктов питания с помощью решений для переработки и упаковки. Кроме того, наш девиз подразумевает защиту людей (как сотрудников компании, так и общества в целом) и заботу о будущем – будущем нашей планеты, будущем наших заказчиков и нас самих, – отметил **Деннис Йонссон (Dennis Jönsson)**, президент и генеральный директор Tetra Pak. – Теперь, когда ООН опубликовала **«Цели устойчивого развития на период до 2030 года»**, принципы устойчивого развития будут все больше интегрироваться в деятельность компаний по всему миру. Совместно с нашими сотрудниками и заказчиками мы приложим все необходимые усилия для достижения целей, поставленных ООН».

Чтобы ознакомиться с «Отчетом об устойчивом развитии» (Sustainability Report) на английском языке, перейдите по ссылке www.tetrapak.com/sustainability