



Целлюлоза Бумага Картон

Pulp

Paper

Board

04 [2016]

- В центре России – статья 5-ая...
- На отечественных предприятиях: Коряжма, Гознак и т. д....
- Стратегия до 2030 года.
- Обзор Рынка: картон и гофропродукция.
- Статистика: итоги I квартала.
- Наука и технология: новые разработки российских и зарубежных специалистов.
- Рассказывают поставщики технологий и оборудования: Basf; Kemira; PAPCEL; Andritz; Voith...
- Экология: ситуация в Байкальске и на Украине.
- История бумажного конверта.
- Встреча в Санкт-Петербурге.
- Приглашает PAP FOR 'Russia- 2016...
- На стендах "ЭКВАТЭК"...
- Самые интересные новости.

УДК 676.056.4

ББК 35.77 я 7

К647

Применение моделирования контактного деформирования элементов зон прессования для совершенствования прессовых частей БДМ и КДМ

М. В. Колычев, ст. преп.,
Н. Н. Кокушин, д. т. н.,
П. В. Кауров, к. т. н.
Санкт-Петербургский
государственный университет
промышленных технологий
и дизайна (Высшая школа
технологии и энергетики)

На эффективность работы прессовой части положительно влияют как совершенствование ее технологического режима, так и улучшение конструктивных факторов. Технологические факторы прессовой части трудно изменить без существенной реконструкции БДМ и КДМ и изменения технологического процесса производства, конструктивные же факторы здесь [1] могут быть улучшены как при полной реконструкции, так и при небольшой модернизации прессовой части.

Повышение технико-экономической эффективности прессовой части предполагает окупаемость затрат на модернизацию в основном за счет уменьшения себестоимости производства бумаги и улучшения качества про-

изводимой продукции. Особенно остро вопрос повышения технико-экономической эффективности стоит сейчас для морально устаревших машин, составляющих большую часть парка БДМ и КДМ в нашей стране. Производства, оснащенные такими машинами, нуждаются в сокращении эксплуатационных издержек, стабилизации и улучшении качества производимой продукции, уменьшении обрывности бумажного полотна. Полная реконструкция прессовых частей морально устаревших агрегатов часто неэффективна из-за высоких затрат на нее и ограниченного запаса обезвоживающей способности других частей БДМ и КДМ.

Все это предполагает определение оптимальных путей повышения эффективности таких прессовых частей. Ряд факторов практически малореально изменить в процессе частичной модернизации, например, тип прессовой части, диаметр прессовых валов, основные технологические факторы. Однако на устаревших машинах все же имеются такие факторы, которые могут быть оптимизированы для улучшения качества выпускаемой продукции и уменьшения эксплуатационных издержек. Эффективность конкретных изменений

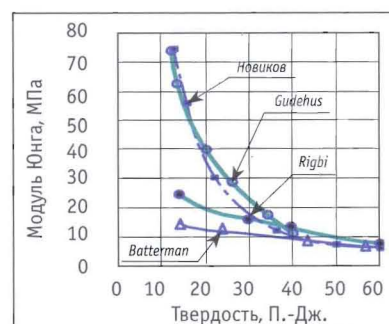


Рис. 1. Связь модуля Юнга материала покрытия валов с его твердостью по Пуссей-Джонсу (согласно данным различных исследователей).

конструкционных факторов прессовых частей зависит от вида выпускаемой продукции и композиции волокнистой массы, которые, определяя например, режим обезвоживания волокнистого полотна в прессовой части.

Для легкообезвоживаемых видов бумаги [1] (например вырабатываемых с использованием макулатуры, полуфабрикатов высокого выхода, бумажной массы грубого помола, для бумаги с малой массой 1 м²) применяют прессование с контролируемым давлением. Здесь нагрузку на бумажное полотно в

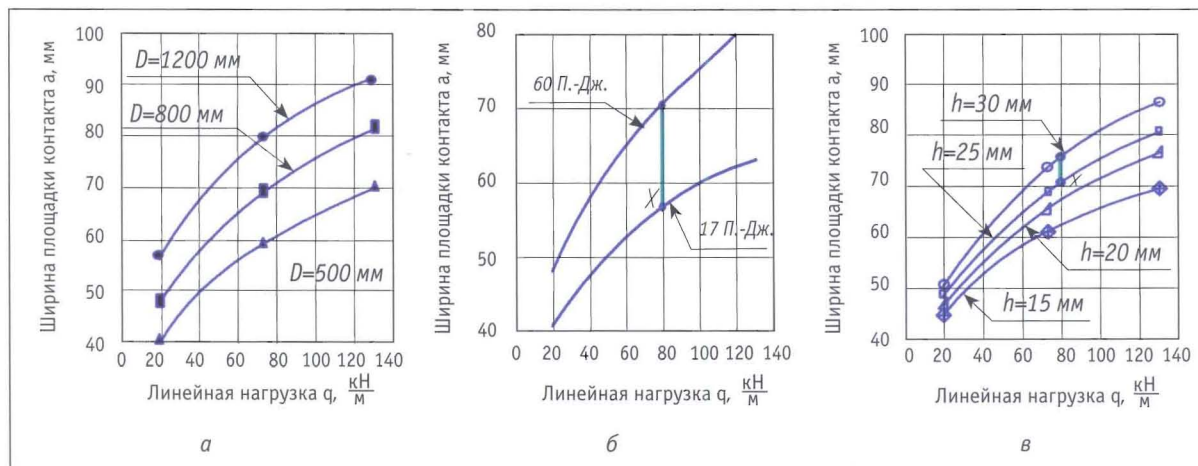


Рис. 2. Влияние параметров прессовой части на ширину площадки контакта валов: а – диаметра валов при $H=60$ П.-Дж., $h=25$ мм; б – твердости покрытия при $D=800$ мм, $h=25$ мм; в – толщину покрытия при $H=60$ П.-Дж., $D=800$ мм; Прессовое сукно Dur-1; (здесь H – твердость покрытия; h – его толщина; D – диаметр валов).

процессе прессования можно в значительных пределах повышать без опасности дробления полотна. Для такой бумаги процесс прессования можно вести при жестких условиях прессования вплоть до отсутствия резиновых покрытий прессовых валов, а также с использованием тонких сукон.

Для труднообезвоживаемых бумаги и картона [1] (вырабатываемых с использованием бумажной массы высокого помола, массы на основе сульфатной целлюлозы) применяют прессование с контролируемым потоком. Здесь нагрузку на бумажное полотно в процессе прессования нельзя сильно повышать из-за опасности его раздавливания. Для такой бумаги процесс прессования начинают и проводят максимально мягко – покрытия валов имеют небольшие твердости, применяют толстые сукна.

Если абстрагироваться от изменения свойств и проницаемости прессуемого полотна, то обезвоживающую способность прессовых частей определяют время прессования и среднее давление в зоне прессования. Эти параметры можно рассчитать, зная параметры контактного взаимодей-

ствия элементов валковых прессов.

Для оценки влияния различных конструктивных факторов прессовых частей на основные параметры контактного взаимодействия прессовых валов в зонах прессования была создана вычислительная модель прессового захвата [3], позволяющая моделировать процессы контактного деформирования элементов прессовых захватов БДМ и КДМ – валов и сукон. В работах [2, 3] представлены результаты вычислительного моделирования контактного взаимодействия элементов прессовых захватов. Моделирование выполнено методом конечных элементов на основе общих уравнений теории упругости. Результатом моделирования стали регрессионные зависимости для основных параметров контактного деформирования валов – ширины площадки контакта валов и максимального контактного давления в зоне прессования в зависимости от следующих конструктивных факторов: твердости покрытия обрезающих валов, диаметров валов, толщин покрытия вала и величины нагрузки в захвате.

Регрессионное уравнение для ширины площадки контакта валов в прессовом захвате представлено ниже:

$$a = b_{114} \cdot x_1^4 + b_{113} \cdot x_1^3 + b_{112} \cdot x_1^2 + b_{111} \cdot x_1 + b_{222} \cdot x_2^2 + b_{221} \cdot x_2 + b_{331} \cdot x_3 + b_{442} \cdot x_4^2 + b_{441} \cdot x_4 + b_{132} \cdot x_1^2 \cdot x_3 + b_{142} \cdot x_1^2 \cdot x_4 + b_{131} \cdot x_1 \cdot x_3 + b_{141} \cdot x_1 \cdot x_4 + b_{341} \cdot x_3 \cdot x_4 + b_0, \quad (1)$$

где $a(x_1, x_2, x_3, x_4)$ – ширина площадки контакта валов, мм,

x_1 – твердость покрытия обрезающей вала, П.-Дж.;

x_2 – диаметр валов, м;

x_3 – толщина покрытия, мм;

x_4 – нагрузка в прессовом захвате, кН/м.

Зависимость (1) получена для случая использования прессового иглопробивного сукна Dur-1 [2] и при постоянной скорости машины.

Инженер-эксплуатационник, используя данную регрессионную модель, может прогнозировать изменение основных параметров контакта элементов прессовых захватов БДМ и КДМ при изменении ряда конструктивных факторов.

Одним из наиболее легко изменяемых конструктивных факторов

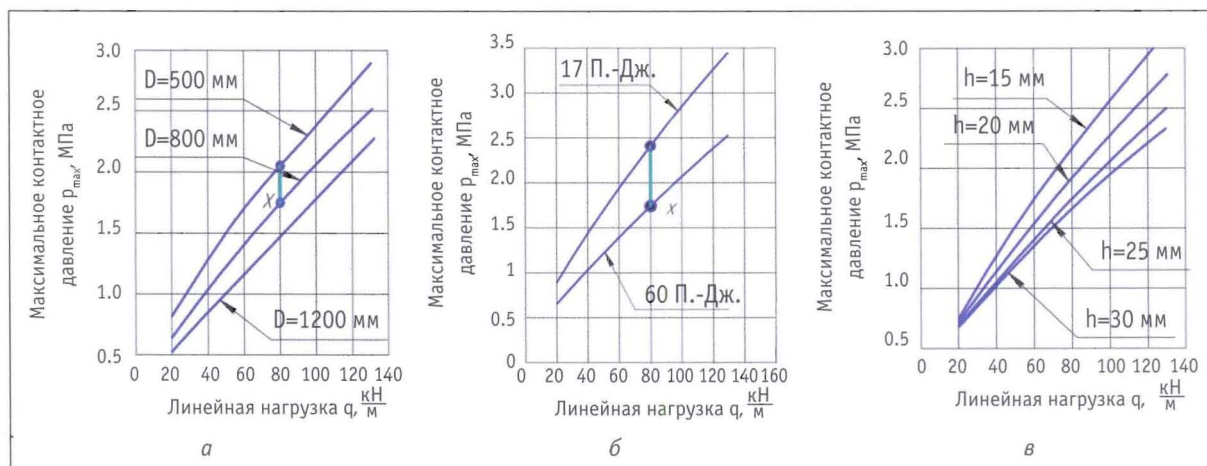


Рис. 3. Влияние параметров прессовой части на максимальное давление между прессовыми валами: а – диаметра прессовых валов при $H=60$ П.-Дж., $h=25$ мм; б – твердости прессового покрытия при $D=800$ мм, $h=25$ мм; в – толщины покрытия при $H=60$ П.-Дж., $D=800$ мм; Прессовое сукно Dur-1.

является твердость покрытия прессовых валов, поскольку обрезиненные прессовые валы при износе покрытия регулярно покрывают резиной заново.

На рис. 1 показано влияние твердости прессовых покрытий на величину модуля Юнга покрытия (по данным различных исследователей). Эта связь не является однозначной. Вид каучука, вид и количество наполнителя, параметры вулканизации и др. оказывают значительное влияние на вид этой зависимости. Кроме твердости прессового покрытия при эксплуатации БДМ и КДМ можно изменять также толщину покрытия, диаметры прессовых валов, марку прессового сукна. Графические зависимости, обобщающие результаты моделирования и показывающие влияние твердости покрытия, толщины прессового покрытия и диаметров прессовых валов на ширину площадки контакта прессовых валов представлены на рис. 2, а влияние этих параметров на величину максимального контактного давления в зоне прессования видно из графиков, приведенных на рис. 3.

Как было показано в работе [3], уменьшение твердости покрытия прессового вала ведет к увеличению

ширины площадки контакта прессовых валов, уменьшению максимального и среднего контактного давлений в прессовом захвате. На рис. 2б показано полученное по данным вычислительного моделирования изменение ширины площадки контакта прессовых валов в зависимости от линейного давления прессования при разных величинах твердости обрезаковки валов.

Если в условиях двухвального пресса на какой-либо БДМ и КДМ (для существующего линейного давления и твердости обрезаковки) получают по данным моделирования (то-есть расчет произведен для условий данного пресса) некоторое значение ширины площадки контакта (данная точка на рис. 2 (б и в) обозначена X), и на этой БДМ вырабатывается продукция, для которой требуется большая, чем имеется ширина зоны прессования, то при ближайшей переобрезинке прессового вала следует на вал нанести резину с меньшей твердостью. Так, если уменьшить твердость обрезаковки с 17 до 60 П.-Дж., можно увеличить ширину площадки контакта на 23 %.

При одновременном увеличении толщины покрытия вала с 25 до 30 мм, общее увеличение ширины площадки

контакта составит 35 %. Также и увеличение диаметров валов приводит к возрастанию ширины площадки контакта. Если условия, для которых был произведен расчет (рис. 2), не соответствуют условиям данного пресса, необходимо предварительно произвести аналогичный расчет для условий этого пресса.

Хотя результаты моделирования получены для обычных прессов с гладкими валами, они также будут справедливы для прессов с глухосверленными, желобчатыми и отсасывающими валами.

Пример использования полученных при вычислительном моделировании данных для совершенствования параметров контактного взаимодействия прессовой части при прессовании бумажного полотна в режиме контролируемого потока приведен выше (см. рис. 2). Для режима прессования бумажного полотна с контролируемым давлением аналогичный подход возможен с использованием графиков на рис. 3, представляющих влияние твердости и толщины покрытия, а также диаметров прессовых валов на величину максимального контактного давления в прессовом захвате.

Если в условиях двухвального пресса на какой-либо БДМ и КДМ (для существующих на машине линейном давлении и твердости обрезаивки) получают по данным моделирования (то-есть расчет произведен для условий данного пресса) некоторое значение максимального давления прессования (данная точка на рис. 3 (а и б) обозначена X), а на данной БДМ и КДМ вырабатывается продукция, для которой требуется бо́льшее, чем имеется максимальное давление прессования и меньшее значение ширины площадки контакта валов, то при ближайшей переобрезивке прессового вала следует нанести на вал резину с большей твердостью. Так, если увеличить твердость покрытия с 60 до 17 П.-Дж., можно увеличить максимальное давление в захвате на 37 %. Если же дополнительно уменьшить диаметр прессовых валов с 800 до 500 мм, можно еще больше увеличить давление в прессовом захвате.

Прессовые сукна также оказывают значительное влияние на эффективность прессования. Как показывает моделирование контактного взаимодействия элементов прессового захвата БДМ и КДМ [2], наличие сукна толщиной 2,75 мм позволяет увеличить ширину площадки контакта прессовых валов на величину до 10 мм в зависимости от твердости прессового покрытия. Кроме увеличения ширины площадки контакта происходит некоторое изменение распределения контактного давления. Так, на рис. 4 представлены примерные профили контактных давлений по ширине площадки контакта элементов зоны прессования без учета (а) и с учетом сукна (б).

Согласно рис. 4, можно сделать вывод о некотором изменении профиля контактного давления при наличии сукна: при работе без сукна реализуется параболический профиль контактного давления по ширине площадки контакта; при учете сукна реализуется более сложный закон изменения контактного давления. При наличии сукна значения

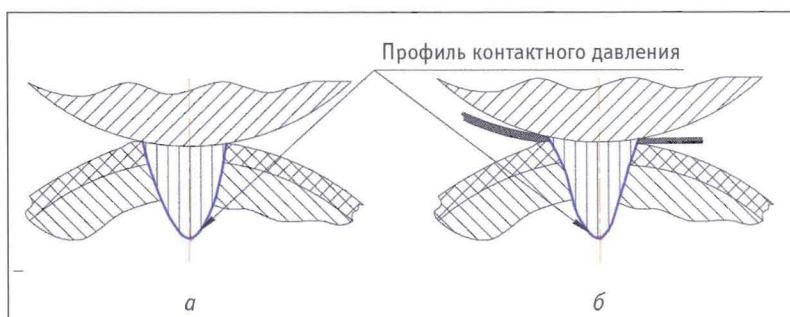


Рис. 4. Распределение контактного давления по ширине площадки контакта элементов зоны прессования: а – без сукна; б – с учетом сукна.

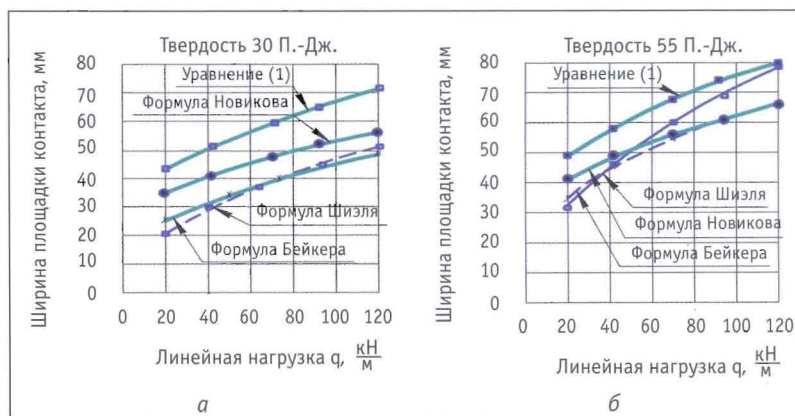


Рис. 5. Сравнение результатов применения эмпирических моделей для определения параметров контактного взаимодействия прессовых валов с результатами использования регрессионных уравнений: а – зависимость ширины площадки контакта для валов с покрытием твердостью 30 П.-Дж. от нагрузки; б – зависимость ширины площадки контакта для валов с покрытием твердостью 55 П.-Дж. от нагрузки.

контактного давления по краям площадки контакта меньше, чем значения давления по краям без сукна. Таким образом, сукно дает возможность более постепенно сжимать бумажное полотно, плавно увеличивая нагрузку до максимального значения. На выходной стороне прессового захвата перед выходом из зоны прессования контактное давление также постепенно уменьшается до нуля (открывая возможности для повторного увлажнения бумажного полотна).

Для иллюстрации применения и апробации регрессионного уравнения

(1) [3] покажем на рис. 5 зависимость ширины площадки контакта валов от линейной нагрузки. На представленном рисунке изображены зависимости ширины площадки контакта валов от нагрузки как полученные по (1), так и по эмпирическим зависимостям различных авторов. Зависимости на рис. 5 получены для прессовых валов с диаметром металлической бочки равным 800 мм, с покрытиями толщиной 25 мм и с температурой покрытий 20 °С.

Для рисунка 5а твердость покрытия вала составляет 30 П.-Дж., для рисунка 5б – 55 П.-Дж. Зависимости Бейкера [4]

и Шиеля [5] не учитывают наличие сукна, зависимость Новикова [6] учитывает наличие тканого сукна марки П-181. Регрессионные уравнения в [3] учитывают иглопробивное сукно Dur-1 весом 1 100 г/м² и толщиной во влажном состоянии 2,75 мм.

При рассмотрении рис. 5 можно сделать вывод о том, что эмпирические зависимости обычно не учитывают наличия прессового иглопробивного сукна, которое увеличивает ширину площадки контакта элементов зоны прессования на величину от 5 до 10 мм.

Стоит отметить, что все эмпирические зависимости [4-6] получены на базе различных по конструкции БДМ и КДМ, поэтому результаты по всем зависимостям существенно различаются. Однако если исключить из нашего вычислительного эксперимента влияние иглопробивного сукна, то зависимость для ширины площадки контакта будет близка к результатам по эмпирической формуле Новикова.

Подводя итог всему вышесказан-

ному, можно отметить следующее. В данной статье было показано, что изучение влияния различных конструктивных факторов на основные параметры контактного взаимодействия элементов прессовых захватов БДМ и КДМ представляет интерес не только, как это может показаться на первый взгляд, для разработки теории и расчётов обезвоживания волокнистых материалов прессованием в валковых прессах, но и практический интерес для инженеров механиков-эксплуатационников и инженеров-технологов на предприятиях ЦБП, стремящихся, в частности, повысить эффективность морально устаревших прессовых частей БДМ и КДМ.

Список литературы

1. Бумагоделательные и картоноделательные машины / Под ред. В. С. Курова, Н. Н. Кокушина. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011.
2. Колычев М. В., Кокушин Н. Н. Исследование деформационных

свойств прессовых сукон бумагоделательных машин / М. В. Колычев, Н. Н. Кокушин // Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2015. – № 6. – С. 68-72.

3. Колычев М. В., Кокушин Н. Н. Моделирование контактного деформирования тел в зонах прессования бумагоделательных машин / М. В. Колычев, Н. Н. Кокушин // Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2015. – № 7. – С. 64-68.

4. Beucker A. W. On-Machine Maintenance of Rubber Covered Rolls // Tappi J. – 1969. – vol. 52. – n. 7. – pp. 66-71.

5. Schiel C. Optimizing the Nip geometry of transversal-flow presses // Pulp and Paper magazine of Canada. – 1969 – Technical Paper T71. – pp. 73-78.

6. Бусыгин Ф. М., Новиков Н. Е., Цирельсон Г. И. Давление на прессах бумагоделательных машин / Ф. М. Бусыгин, Н. Е. Новиков, Г. И. Цирельсон. // Бумагоделательное машиностроение. – Л.: ЦНИИбуммаш, 1969, вып. XVII. – С. 109-132.

Среди лучших...

8 апреля в отеле Radisson Resort Завидово состоялась церемония награждения лауреатов **IV Ежегодной Национальной Программы «Лучшие социальные проекты»**. Программа «Чистые ладошки» ТМ Tork получила награду в категории «Образование и наука».

Звания «Лучшие социальные проекты России» уже на протяжении нескольких лет удостоиваются проекты в области корпоративной социальной ответственности (КСО). В этом году экспертами были отмечена программа «Чистые ладошки», реализуемая ТМ Tork в России с 2009 года.

Программа «Чистые ладошки», направленная на обучение детей дошкольного возраста правилам гигиены рук и предназначенная для использования на занятиях с детьми в дошкольных учебных заведениях, удостоилась награды в категории «Образование и наука», где были отмечены 12 лучших социальных проектов России, каждый из которых вносит вклад в развитие образования детей и молодежи.

«**Торговая марка Tork** наряду со своей основной деятельностью много лет занимается обучением детей навыкам гигиены рук, столь важным для поддержания здоровья подрастающего поколения. «Чистые ладошки» – это наш долгосрочный проект, который будет расти и развиваться вместе с нами. Диплом программы «Лучшие социальные проекты России» – еще одно подтверждение важности проекта «Чистые ладошки» для общества. Подобные проекты важны для людей, которые работают в нашей компании, чтобы они видели, что мы не просто делаем бизнес, но и строим социально значимое – здоровое будущее наших детей», – прокомментировал получение награды **Максим Барков**, коммерческий директор компании **SCA Hygiene Products**, которой принадлежит ТМ Tork.

На торжественной церемонии награждения М. Барков получил статуэтку и диплом лауреата Программы «Лучшие социальные проекты» и пожелал всем обращать особое внимание на правильное мытье рук, ведь взрослые – лучший пример для детей.

Пресс-релиз. 14-04-2016