

Научная статья
УДК 676.2.056

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СУШИЛЬНОМ ЦИЛИНДРЕ

Геннадий Романович Старцев¹, Сергей Николаевич Исаков²

^{1, 2} Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

¹ gena.startsev.00@mail.ru

² isakovsn@m.usfeu.ru

Аннотация. Для увеличения энергоэффективности предлагается использование термопланок. Представлен расчет затрачиваемой мощности, а также смоделированы гидродинамические процессы во вращающемся цилиндре.

Ключевые слова: теплопередача, сушильный цилиндр, термопланка, конденсат

Scientific article

INVESTIGATION OF HYDRODYNAMIC PROCESSES IN A DRYING CYLINDER

Gennady R. Startsev¹, Sergey N. Isakov²

^{1, 2} Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ gena.startsev.00@mail.ru

² isakovsn@m.usfeu.ru

Abstract. To increase energy efficiency the use of thermoplanes is proposed. The calculation of the consumed power is presented as well as the hydrodynamic processes in a rotating cylinder are modeled.

Keywords: heat transfer, drying cylinder, thermoplane, condensate

Бумага изготавливается на бумагоделательной машине и в процессе изготовления проходит несколько стадий обработки: обезвоживание, прессование и сушка. Наиболее энергозатратная часть бумагоделательной машины и эффективность ее работы очень сильно сказывается на рентабельности. Поэтому была поставлена задача увеличить эффективность.

Основной элемент сушильной части – сушильный цилиндр, чертеж которого представлен на рис. 1. Цилиндр состоит из рубашки (1) и крышек (2). Они установлены в подшипниковых опорах (3) и приводятся во вращение приводной шестерней (4). Внутри цилиндра подается пар под давлением через пароконденсатную систему (5), она же отводит конденсат. Для осмотра цилиндра внутри предусмотрен люк (6). Число цилиндров может быть более 50.

Пар, отдавая тепло рубашке, конденсируется и выпадает, образуя слой воды. По регламенту объем конденсата не превышает 160 литров. Если обороты небольшие (менее 2 об/с), то жидкость находится в нижней части и постоянно перемешивается.

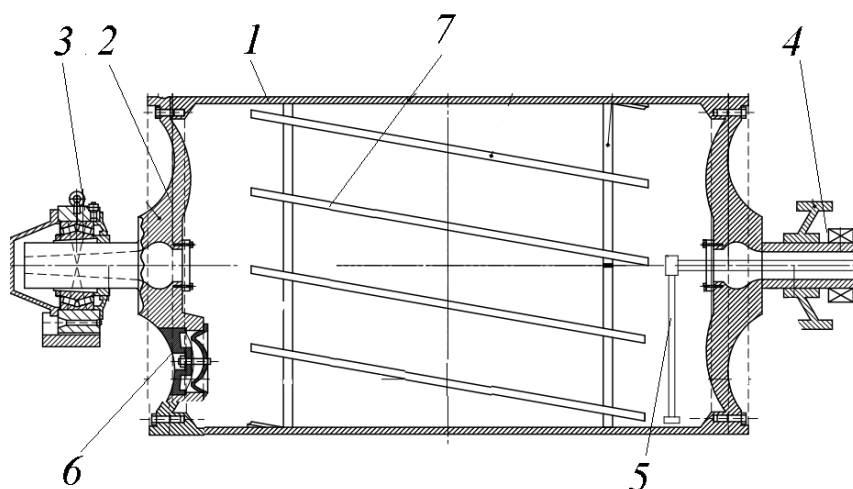


Рис. 1. Схема сушильного цилиндра:

1 – рубашка цилиндра; 2 – крышки; 3 – подшипниковые опоры;
4 – приводная шестерня; 5 – пароконденсатная система; 6 – люк; 7 – термопланки

У производителей есть даже термин «конденсат в режиме лужи». При этом режиме наблюдается повышенное энергопотребление, так как энергия тратится на постоянное перемешивание конденсата в цилиндре. При увеличении частоты вращения (более 2,5 об/с) конденсат растекается по периметру цилиндра, образуя «конденсатное кольцо». При построении графика мощности от оборотов мы видим этот переход на участке А (рис. 2).

При образовании водного кольца пар не имеет прямого контакта, то есть образуется слой воды и является дополнительным тепловым сопротивлением. Расчетная толщина слоя водного кольца 20 мм. Для уменьшения влияния конденсатного кольца предлагается использовать термопланки (рис. 1, поз. 7).

Положительный эффект от термопланок заключается в том, что они выступают над слоем конденсата и являются проводником тепла. Для большей эффективности термопланка имеет ребро для увеличения площади

нагрева от пара. Контактная поверхность с цилиндром – выпуклая по кривизне цилиндра, чтобы увеличить площадь контакта и теплопроводность. Также есть термопланки, наклонные по винтовой линии: для сгона конденсата к сифону. Для увеличения теплопроводности и облегчения конструкции предлагается сделать термопланки из алюминиевого сплава.

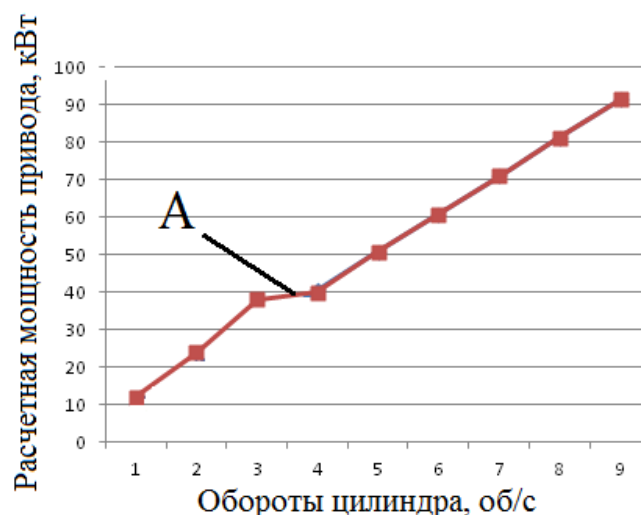


Рис. 2. Расчетная мощность на различных скоростях вращения

В работе также моделировалось поведение конденсата при различных скоростях вращения. На рис. 3 представлены положения конденсата при различных скоростях вращения. На скорости 3 об./с. конденсатная лужа «размазывается» по периметру цилиндра.

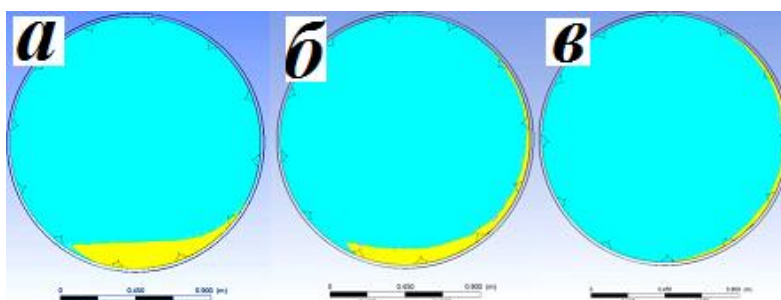


Рис. 3. Положение конденсата в цилиндре при различных скоростях вращения:
а – 1 об/с; б – 2 об/с; в – 3 об/с

При защите ВКР членами комиссии было высказано два замечания.

1. Конденсат будет сгоняться на одну сторону, и приводной подшипник будет перегружен.

2. Алюминиевый сплав служить будет недолго в этой среде и с существующей водоподготовкой. Рекомендовано было использование нержавеющей стали.

Данные замечания будут прорабатываться в дальнейшей работе.