



Pomiar przenikania cieczy przez papier metodą analizy obrazu

Measurement of liquid permeability of paper using image analysis

KONRAD OLEJNIK, PAWEŁ PEŁCZYŃSKI

DOI: 10.15199/54.2018.11.1

Papier jest materiałem o strukturze kapilarno-porowatej. Właściwości hydrofilowe włókien celulozowych używanych w produkcji papieru również powodują, że materiały papierowe silnie chłoną wodę zarówno z fazy ciekłej, jak i gazowej. W większości przypadków, nadmierne wchłanianie cieczy przez papier nie jest korzystne, ponieważ prowadzi np. do osłabienia struktury materiału oraz gorszego odwzorowania nadruków. Dlatego znajomość interakcji papieru z cieczami stanowi ważną informację o cechach użytkowych tego materiału. Istnieją liczne metody pomiaru tego zjawiska, jednak w większości przypadków nie są one dostosowane do współczesnych wymagań. Celem niniejszych badań było opracowanie metody pomiaru przenikania cieczy przez materiały papierowe w oparciu o analizę obrazu. W tym celu zbudowano specjalne urządzenie nazwane eXtended Liquid Penetration Analyser (XLPA). Parametrem mierzonym była zmiana jasności powierzchni papieru podczas przenikania cieczy przez jego strukturę. W oparciu o uzyskane wyniki stwierdzono, że zastosowana zasada pomiaru pozwala określić prędkość przenikania cieczy oraz wyznaczyć dynamikę tego procesu. Zaobserwowano również, że zastosowanie analizy obrazu pozwala na uzyskanie dodatkowych informacji o naturze badanego zjawiska. **Słowa kluczowe:** papier, hydrofobowość papieru, przenikalność cieczy, analiza obrazu

Wprowadzenie

Papier jest materiałem porowatym, składającym się w przeważającej części z roślinnych włókien celulozowych, które posiadają właściwości hydrofilowe. Zarówno włókna, jak i cała struktura papieru wykazują właściwości kapilarne. System porów i kapilar tworzą zarówno przestrzenie między włóknami celulozowymi, jak i obszary w ścianie komórkowej samych włókien. Cechy te powodują, że materiały papierowe wytworzone bez środków hydrofobizujących, silnie chłoną wodę, zarówno z fazy ciekłej, jak i gazowej. Nadmierne wchłanianie cieczy wiąże się najczęściej z osłabianiem struktury papieru oraz – w przypadku tuszów czy farb – słabym odwzorowaniem nanoszonego wzoru (otwarty system porów i kapilar wywołuje efekt rozlewania się cieczy). Z użytkowego punktu widzenia, papier powinien więc charakteryzować się ściśle określoną hydrofobowością. Zdolność do kontrolowanego absorbowania cieczy, np. wody, farb drukarskich jest więc jedną z jego istotnych cech użytkowych. Ponadto istnieje grupa wytworów papierowych, dla których wymagana jest zupełna odporność na wnikanie cieczy (np. naczynia, kubki).

Ze względu na niejednorodną strukturę papieru i jego nierówną powierzchnię, nawet dla tego samego rodzaju papieru, w różnych miejscach ciecz zawsze będzie wnikała i przenikała w nieco inny sposób. Złożoność tego zjawiska jest tak duża, iż wciąż nie jest ono do końca poznane [11]. Do opisu wnikania cieczy do materiałów porowatych często stosuje się teorię Lucasa-Washburna (L-W) [12] bądź teorię Bosanquet'a [1] będącą rozwinięciem teorii L-W. W obu tych teoriach założono, że średnica kapilary ma stały wymiar. Natomiast struktura porów i kapilar w papierze jest niejednorodna – pory i kapilary mają różne wymiary i kształty (rys. 1). Co więcej, podczas kontaktu wody z włóknami celulozowymi w papierze pojawia się zjawisko pęcznienia, co wynika ze zrywania wiązań wodorowych wiążących włókna celulozowe i zastępowania ich mostkami wodnymi. W efekcie, występuje zmiana wymiarów materiału, a tym samym również zmiana systemu porów między włóknami [2, 6].

Paper is a material of capillary-porous structure. Hydrophilic properties of cellulose plant fibers used in paper production also result in intensive water absorption in both the liquid and the gas phase. In most cases, this phenomenon is not beneficial for paper quality. Excessive liquid absorption makes paper structure weaker and – during printing, for example – leads to poor reproduction of an applied pattern. As a result, a knowledge of paper-liquid interaction belongs to the most important functional properties of paper products. A number of methods related to the measurement of the interaction between water and paper are already used but of them are not corresponding to today's requirements. The aim of the presented research was to develop the method of measurement of the liquid penetration through paper based on image analysis. Special device named eXtended Liquid Penetration Analyser (XLPA) was built for this purpose. Changes of brightness of permeated paper surface were measured. Based on the obtained results, the method developed allows also to analyse the dynamics of liquid permeation through paper. It was found that image analysis can bring additional information about the investigated phenomenon.

Keywords: paper, paper hydrophobicity, liquid permeability, image analysis

Dr hab. inż. **K. Olejnik** (konrad.olejnik@p.lodz.pl), dr inż. **P. Pełczyński** (pawel.pelczynski@p.lodz.pl), Instytut Papiernictwa i Poligrafii, Politechnika Łódzka, ul. Wólczńska 223, 90-924 Łódź
Institute of Papermaking and Printing, Lodz University of Technology, 90-924 Lodz, Wolczanska 223, Poland
Corresponding author: Konrad Olejnik e-mail: konrad.olejnik@p.lodz.pl