

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์เชิงทฤษฎีของการถ่ายเทความร้อนและมวลสารในวัสดุพูนที่ไม่อิมตัวภายใต้พลังงานไมโครเวฟในระนาบ 1 มิติ ทั้งในระบบพิกัดฉากและระบบพิกัดทรงกลม สำหรับการวิเคราะห์ในระบบพิกัดฉากได้ศึกษาทั้งในส่วนของการวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อนและมวลในวัสดุพูนที่ไม่อิมตัวภายใต้พลังงานไมโครเวฟทั้งกรณีที่มีและไม่มีอิทธิพลของความดันก๊าซที่เกิดขึ้นภายในวัสดุพูนระหว่างการให้ความร้อนและทำการวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อนและมวลในวัสดุพูนที่ไม่อิมตัวภายใต้พลังงานไมโครเวฟและภายใต้พลังงานไมโครเวฟร่วมกับอินฟราเรด โดยในการศึกษานี้จะพิจารณาถึงอิทธิพลของความดันก๊าซที่เกิดขึ้นภายในวัสดุพูนระหว่างกระบวนการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ สำหรับระบบพิกัดทรงกลมได้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการถ่ายเทความร้อนและมวลในวัสดุพูนที่ไม่อิมตัวภายใต้พลังงานไมโครเวฟ ซึ่งแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นได้มาจากการแก้ปัญหาด้วยระเบียบวิธีเชิงตัวเลขโดยวิธีไฟไนต์วอลุ่ม ในการวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้พิจารณาถึงสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางอุณหพลศาสตร์ สมบัติการส่งผ่าน สมบัติไดอิเล็กตริกของวัสดุพูนที่ไม่อิมตัว (ประกอบด้วยอนุภาคของเม็ดแก้ว น้ำและอากาศ) ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณได้จากการทดลองและจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ได้ศึกษาถึงอิทธิพลของขนาดอนุภาค ความเข้มของสนามไฟฟ้าและความถี่ไมโครเวฟ ที่มีต่อการถ่ายเทความร้อนและมวลสาร ผลการวิจัยพบว่า การเปลี่ยนแปลงขนาดของอนุภาค ความเข้มของสนามไฟฟ้าและความถี่ไมโครเวฟ มีผลต่อจลนพลศาสตร์ของการอบแห้งโดยรวมเป็นอย่างมาก และอิทธิพลแรงดันคาพิลลารีมีผลอย่างมากต่อการถ่ายเทความชื้น ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานต่อการทำความเข้าใจกระบวนการอบแห้งวัสดุพูนที่ไม่อิมตัวโดยใช้ไมโครเวฟได้ รวมทั้งใช้ในการออกแบบระบบจริงในทางปฏิบัติ

Abstract

In this study, a multiphase porous media model was theoretically developed to predict heat and mass transfer during microwave drying process of unsaturated porous material. The study in both rectangular coordinates and spherical coordinate was conducted. The different conditions with and without gas pressure were studied in rectangular coordinate. However, the effect of gas pressure during drying process with microwave combined with infrared wave was taken into consideration. For spherical coordinates the study was to develop a mathematical model in heat and mass transfer during microwave drying process. The governing equations were numerically solved by using the finite volume method. In the simulation of the unsaturated porous materials which were composed of glass beads, water and air, all physical, thermal, transport, and dielectric properties were either derived from this experimental study and from the relevant literatures. The results show that variations of particle size, electric field intensity and frequency play important roles on overall drying kinetics. In addition, the moisture profile in the unsaturated porous material was influenced by capillary pressure in microwave drying process. These findings are significant to a further research conducted along the same line of this study as well as to the application of the porous media in the future.